

PROSA
Tragbare Computer

Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

Studie im Rahmen des Projekts „Top 100 – Umweltzeichen für klima-relevante Produkte“

Freiburg, Dezember 2010

Autor/innen:
Siddharth Prakash
Eva Brommer
Andreas Manhart

Gefördert durch:





Öko-Institut e.V.
Geschäftsstelle Freiburg
Postfach 17 71
79017 Freiburg. Deutschland
Hausadresse
Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg. Deutschland
Tel. +49 (0) 761 – 4 52 95-0
Fax +49 (0) 761 – 4 52 95-88

Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt. Deutschland
Tel. +49 (0) 6151 – 81 91-0
Fax +49 (0) 6151 – 81 91-33

Büro Berlin
Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin. Deutschland
Tel. +49 (0) 30 – 40 50 85-0
Fax +49 (0) 30 – 40 50 85-388

www.oeko.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Einleitung

Die vorliegende Untersuchung zu tragbaren Computern ist Teil eines mehrjährigen Forschungsvorhabens, bei der die aus Klimasicht wichtigsten 100 Haushaltsprodukte im Hinblick auf ökologische Optimierungen und Kosteneinsparungen bei Verbrauchern analysiert werden.

Auf Basis dieser Analysen können Empfehlungen für verschiedene Umsetzungsbereiche erteilt werden:

- für Verbraucherinformationen zum Kauf und Gebrauch klimarelevanter Produkte (einsetzbar bei der Verbraucher- und Umweltberatung von Verbraucherzentralen, Umweltorganisationen und Umweltportalen wie www.utopia.de etc.),
- für die freiwillige Umweltkennzeichnung von Produkten (z.B. das Umweltzeichen Blauer Engel, für das europäische Umweltzeichen, für Marktübersichten wie www.topten.info und www.ecotopten.de oder für Umwelt-Rankings wie etwa die Auto-Umweltliste des Verkehrsclub Deutschland, VCD),
- für Anforderungen an neue Produktgruppen bei der Ökodesign-Richtlinie und für Best-Produkte bei Förderprogrammen für Produkte,
- für produktbezogene Innovationen bei den Unternehmen.

Auf der Basis der vorliegenden Untersuchung und Diskussionen im Rahmen des Fachgesprächs am 26.08.2010 sowie auf der Expertenanhörung Blauer Engel am 03.11.2010 beim Umweltbundesamt (UBA) in Berlin wurde beschlossen, bei der Revision der Vergabegrundlage RAL-UZ 78 eine eigenständige Vergabegrundlage für tragbare Computer zu entwickeln.

Methodisches Vorgehen

Für die Ableitung von Vergabekriterien für das Umweltzeichen wird gemäß ISO 14024 geprüft, welche Umweltauswirkungen bei der Herstellung, Anwendung und Entsorgung des Produktes relevant sind – neben Energie-/Treibhauseffekt kommen Umweltauswirkungen wie Ressourcenverbrauch, Eutrophierungs-Potenzial, Lärm, Toxizität etc. in Betracht.

Methodisch wird die Analyse mit der Methode PROSA – Product Sustainability Assessment durchgeführt (Abbildung 1). PROSA umfasst mit der Markt- und Umfeld-Analyse, der Ökobilanz, der Lebenszykluskostenrechnung und der Benefit-Analyse die zur Ableitung der Vergabekriterien erforderlichen Teil-Methoden und ermöglicht eine integrative Bearbeitung und Bewertung.

Eine Sozialbilanz wird nicht durchgeführt, weil soziale Aspekte, z.B. bei der Herstellung der Produkte beim Umweltzeichen, bisher nicht oder nicht gleichrangig einbezogen werden.

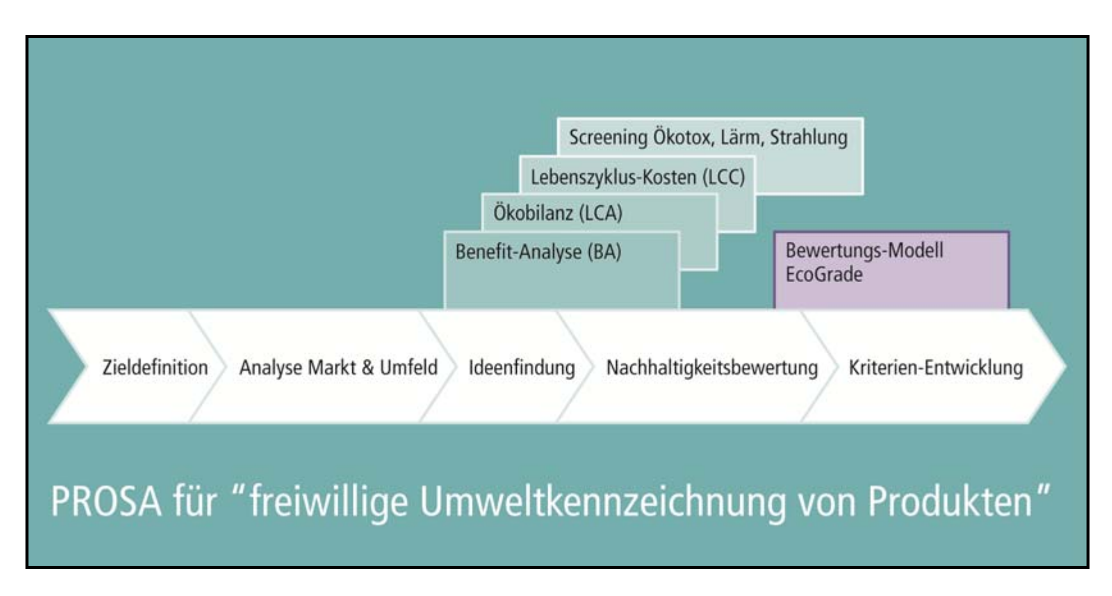


Abbildung 1 Die Grundstruktur von PROSA

1 Definition

Ein tragbarer Computer ist ein zusammenklappbarer Klein-Computer, der, wie der Name sagt, für den mobilen Einsatz gedacht ist. Mit ihren kompakten Abmessungen und geringen Gewichten können die tragbaren Computer in Tragetaschen und Rücksäcken gepackt, auf den Klapptischen in Zügen und Flugzeugen benutzt (c't 14/2010) und aufgrund oft längerer Akku-Laufzeiten auch ohne Netzteil unterwegs komfortabel genutzt werden. Alle tragbaren Computer besitzen:

- ein integriertes Touchpad[1],
- eine integrierte Tastatur,
- einen integrierten Akku,
- ein integriertes Anzeigegerät (Bildschirm) und
- ein externes Netzteil.

Die tragbaren Computer werden laut dem Amtsblatt der Europäischen Union (24.06.2009)[2] wie folgt definiert:

---

[1] Eine berührungsempfindliche Fläche, die als Mausersatz in tragbaren Computern unterhalb der Tastatur angebracht wird.

[2] BESCHLUSS DER KOMMISSION, vom 16. Juni 2009 zur Festlegung des Standpunkts der Gemeinschaft für einen Beschluss der nach dem Abkommen zwischen der Regierung der Vereinigten Staaten von Amerika und der Europäischen Gemeinschaft über die Koordinierung von Kennzeichnungsprogrammen für Strom sparende

> *„Ein Computer, der speziell für Tragbarkeit und den längeren Betrieb mit oder ohne direkten Anschluss an eine Wechselstromquelle konzipiert ist. Tragbare Computer verfügen über ein integriertes Anzeigegerät und können mit einer integrierten Batterie oder einer anderen tragbaren Stromquelle betrieben werden. Darüber hinaus verfügen die meisten tragbaren Computer über ein externes Netzteil sowie eine integrierte Tastatur und ein integriertes Zeigegerät. Tragbare Computer sind in der Regel dafür ausgelegt, ähnliche Funktionen bereitzustellen wie stationäre Tischcomputer und funktionell ähnliche Software zu nutzen wie diese".*

Der aktuellste Entwurf des Arbeitsdokuments,[3] das im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie von der Europäischen Kommission erarbeitet wurde, definiert die tragbaren Computer als Notebook-Computer:

> *„Notebook Computer' means a computer designed specifically for portability and to be operated for extended periods of time either with or without a direct connection to an ac power source. Notebooks utilise an integrated computer display and are capable of operation of an integrated battery or other portable power source.*

Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der verwendeten Prozessoren und Grafikchips lassen sich die tragbaren Computer in drei Unterklassen aufteilen (c't 14/2010):

(1) Netbooks, (2) Notebooks und (3) Subnotebooks.[4]

Netbooks sind hauptsächlich für einfache Büroanwendungen wie zum Beispiel MS-Office, Internetnutzung (E-Mail, Surfen) und Videoabspielen in Standardauflösung konzipiert. Fast alle derzeit erhältlichen Netbooks sind mit Intels Atomprozessor ausgestattet (c't 14/2010). Netbooks besitzen kein internes optisches Laufwerk und keine externe Grafikkarte mit eigenem Speicher. Die Abgrenzung zwischen Netbooks, Notebooks und Subnotebooks lässt sich am besten über die Ausstattung und den Preis durchführen. Denn die Größe (oft bis 13,3 Zoll Bildschirmdiagonale) und das Gewicht (oft unter 2,0 Kilogramm) der Subnotebooks sind nicht sehr viel anders als die der Netbooks und Notebooks: Subnotebooks sind mit leistungsstärkeren Prozessoren (z.B. Intel Core-i-Doppelkernprozessor) ausgestattet, sind

---

Bürogeräte eingesetzten Verwaltungsorgane über die Änderung der Spezifikationen für Computer in Anhang C Teil VIII des Abkommens (Text von Bedeutung für den EWR) (2009/489/EG).

[3] Arbeitsdokumente sind die ersten von der EU-Kommission erarbeiteten und zur Diskussion gestellten Entwürfe von Verordnungen im Rahmen des Verfahrens zur Ökodesign-Richtlinie. Als Grundlage dieser Dokumente dienen Vorstudien, die für jede Produktgruppe erarbeitet werden. Die Arbeitsdokumente werden daraufhin in einem Konsultationsforum diskutiert.

[4] Die Aufteilung in Notebooks, Netbooks und Subnotebooks ist keine international einheitliche Terminologie und wird deswegen in diesem Bericht auch nicht anderweitig benutzt. Notebooks, Netbooks und Subnotebooks werden in diesem Bericht unter dem allgemeinen Begriff „Tragbare Computer" zusammengefasst.

vergleichbar mit vollwertigen Desktop-Computern und liegen entsprechend im oberen Preissegment. Notebooks liegen in der Ausstattung zwischen Netbooks und Subnotebooks. Oft sind sie mit den so genannten ULV[5]-Varianten der Core-2-Prozessoren ausgestattet und bieten höhere Rechenleistung und Bildschirmauflösung als die Netbooks.

Im Folgenden (Tabelle 5) sind die Unterschiede zwischen Notebooks, Netbooks und Subnotebooks an konkreten Beispielen zusammengefasst:

Tabelle 1 Unterschiede zwischen Netbooks, Notebooks und Subnotebooks (Quelle: c't 14/2010)

	Netbook	**Notebook**	**Subnotebook**
Produktbeispiel	Asus Eee PC 1001P	Acer Aspire Timeline 1810TZ	Acer Aspire Timeline X 3820TG
Display	10,1", 1024 X 600, 126 cd/m^2	11,6", 1366 X 768, 174 cd/m^2	13,3", 1366 X 768, 179 cd/m^2
Prozessor	Intel Atom N450/ 1 Kern mit Hyper Threading	Intel Pentium SU4100/ 2 Kerne	Intel Core i3-330M/ 2 Kerne mit Hyper Threading
Hauptspeicher	1024 MByte	2048 MByte	4096 MByte
Festplatte	160 GByte	250 GByte	500 GByte
Grafikchip (Speicher)	Intel GMA 3150	Intel GMA 4500MHD	AMD Mobility Radeon HD 5470 (512 MByte)
Laufzeit ohne Last bei 100 cd/m^2	9,7 Stunden	9,8 Stunden	5,8 Stunden
Preis	260 €	470 €	730 €

Der Trend zu noch kleineren Mobilgeräten, wie Smartphones oder iPad-ähnliche Geräte, die, ähnlich wie tragbare Computer, mobiles Arbeiten mit Internetnutzung ermöglichen, erfordert die Festlegung klarer Differenzierungsmerkmalen zwischen diesen und tragbaren Computern. Die Vergabegrundlage des deutschen Umweltzeichens Blauer Engel zu Netbooks (RAL UZ 135) definiert folgende Merkmale, um die Netbooks von anderen kleinen mobilen Geräten zu unterscheiden:

- ein integriertes Anzeigegerät mit einer sichtbaren Bildschirmdiagonale von mindestens 7 Zoll oder 17,8 cm,
- eine Tastatur, deren horizontaler und vertikaler Abstand zwischen zwei benachbarten Tasten, gemessen von Mitte zu Mitte, für den alphanumerischen Bereich mindestens 13 mm beträgt.

[5] Ultra-Low-Voltage, speziell selektierte Mobilprozessor mit abgesenkter Versorgungsspannung und geringerem Takt. Dies führt zu einer deutlich niedrigeren Leistungsaufnahme, welche kleine Kühler und damit flaches Gehäuse erlaubt (c't 14/2010).

Allerdings klassifizieren sowohl Energy Star Version 5.0 für Computer[6] als auch das Amtsblatt der Europäischen Union (24.06.2009) sowie die EuP-Vorstudie zu Computern[7] die so genannten Tablet-Computer, die neben anderen Eingabegeräten oder an deren Stelle einen berührungsempfindlichen Bildschirm haben können, als tragbare Computer.

2 Markttrends

2.1 Verkaufszahlen

Trotz der weltweiten Wirtschaftskrise wurden 2009 weltweit rund 300 Millionen PCs verkauft (c't 4/2010), ein durchschnittliches Wachstum gegenüber dem Vorjahr um ca. 4,0 Prozent. Im ersten Quartal 2010 wurden weltweit 84,3 Millionen PCs verkauft. Im Vergleich zum Vorjahresquartal betrug die Wachstumsrate somit 27,4 Prozent.[8] Was der Anteil der tragbaren Computer am Gesamtcomputermarkt angeht, wurden nach Einschätzung der Marktforscher von Gartner Inc. im ersten Quartal 2010 weltweit 49,4 Millionen tragbare Computer verkauft – 43,4 Prozent mehr als noch im gleichen Zeitraum 2009.[9]

In Deutschland stieg die Zahl der verkauften PCs im Jahr 2009 um 900.000 Stück auf 13,1 Millionen. Das entspricht einem Zuwachs von 8 Prozent im Vergleich zum Vorjahr 2008 (BITKOM 2009). Nach den Statistiken des Consumer Electronics Marktindex Deutschland (CEMIX) wurden im ersten Quartal 2010 in Deutschland ca. 2,23 Millionen PCs verkauft, was ein Zuwachs von knapp 17 Prozent im Vergleich zum selben Zeitraum im Jahr 2009 bedeutet (gfu, BVT, GfK 2010a). Der Anteil der tragbaren Computer am Gesamtverkauf der PCs betrug ca. 81% im ersten Quartal 2010 (gfu, BVT, GfK R&T 2010a). Im Jahr 2009 hatten die tragbaren Computer laut BITKOM einen Anteil von ca. 66% am Gesamtverkauf der PCs in Deutschland (Abbildung 2).

---

[6] www.energystar.org

[7] European Commission DG TREN, Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs (Contract TREN/D1/40-2005/LOT3/S07.56313): Lot 3 Personal Computers (desktops and laptops) and Computer Monitors Final Report (Task 1-8)

[8] Quelle: http://www.pcgameshardware.de/aid,745316/PC-Markt-weltweit-im-Aufschwung/Komplett-PC/News/

[9] Quelle: http://www.heise.de/newsticker/meldung/Marktforscher-Rekordwachstum-auf-globalem-Notebook-Markt-1007390.html

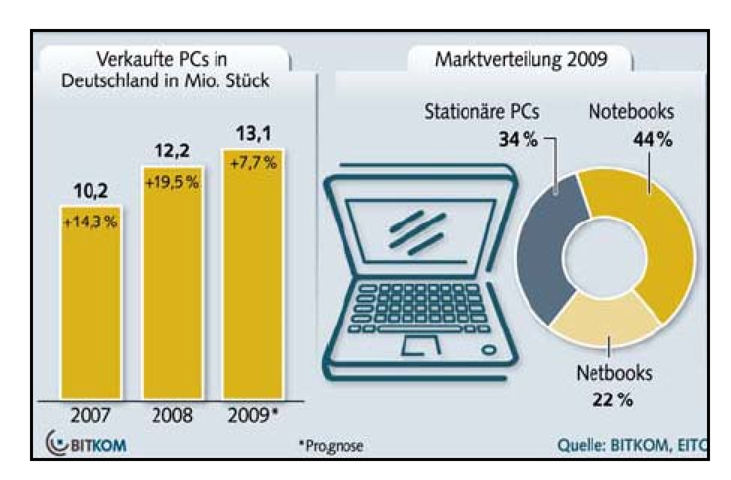


Abbildung 2 Verkaufte PCs in Deutschland (in Mio. Stück) (Quelle: BITKOM 2009)

Laut BITKOM wird der deutsche PC-Markt durch den steigenden Absatz tragbarer Computer angetrieben, der im Jahr 2009 um 12,5 Prozent auf 8,7 Millionen Stück zulegt. Davon entfallen ein Drittel auf Netbooks (BITKOM 2009). Die Marktforscher von ABI Research prognostizieren kräftige Netbook-Zuwachsraten, nämlich bis 2015 im Jahresmittel um 23 Prozent bei den Stückzahlen: Nach rund 36 Millionen im Jahr 2009 sollen im Jahr 2010 weltweit 58 Millionen Stück verkauft werden (c't 12/2010).

2.2 Umsatz

Die Umsätze im privaten Markt für Informationstechnologie verbuchten ein Wachstum von knapp 20 Prozent in 2009 (gfu, BVT, GfK R&T 2009).

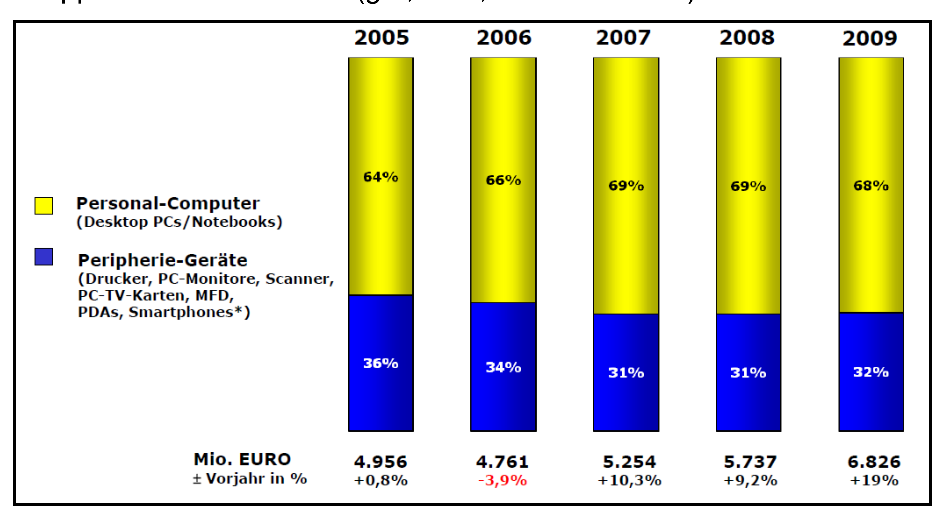


Abbildung 3 Umsatz Informationstechnologie (Privatkäufe) (Quelle: gfu, BVT, GfK R&T 2009)

Wie Abbildung 3 zeigt ist dieses Wachstum überwiegend durch das Kerngeschäft mit PCs der verschiedenen Klassen (stationäre und mobile Computer) geprägt. Allerdings belegen die aktuellsten Umsatzzahlen des ersten Quartals 2010 einen geringeren prozentualen

Anstieg der Umsätze der tragbaren Computer verglichen mit Desktop-PCs. Der Umsatz der tragbaren Computer stieg im ersten Quartal 2010 um nur 5,3 Prozent im Vergleich zum ersten Quartal 2009, wobei der Umsatz der Desktop-PCs im selben Zeitraum um 18,1 Prozent zunahm (Tabelle 2).

Tabelle 2 Umsatz (Mio. EUR) Desktop-PC und tragbare Computer, Quartal 1 2009 und 2010 (Quelle: gfu, BVT, GfK R&T 2010a)

	Umsatz (Mio. EUR)		
	Quartal 1 2009	**Quartal 1 2010**	**+/- (%)**
Desktop-PC	238	281	18,1%
Tragbare Computer	958	1.009	5,3%

Die Umsätze der tragbaren Computer nahmen nach dem Ende des zweiten Quartals 2010 um 6,4 Prozent zu, im Vergleich zum selben Zeitraum im Jahr 2009. Der prozentuale Anstieg in den Umsätzen der Desktop-PCs lag nach dem Ende des zweiten Quartals 2010 bei 14,6 Prozent im Vergleich zum selben Zeitraum im Jahr 2009 (Tabelle 3).

Tabelle 3 Umsatz (Mio. EUR) Desktop-PC und tragbare Computer, Quartal 1 und 2 2009 und 2010 (Quelle: gfu, BVT, GfK R&T 2010b)

	Umsatz (Mio. EUR)		
	Quartal 1 und 2 2009	**Quartal 1 und 2 2010**	**+/- (%)**
Desktop-PC	437	501	14,6%
Tragbare Computer	1.731	1.842	6,4%

In absoluten Zahlen trugen die tragbaren Computer im ersten Quartal 2010 mit ca. 1 Milliarde Euro wesentlich zum Gesamtumsatz bei, wobei der Umsatz der Desktop-PCs im selben Zeitraum nur 281 Millionen Euro betrug. Nach dem Ende des zweiten Quartals 2010 trugen die tragbaren Computer mit ca. 1,8 Milliarden Euro zum Gesamtumsatz bei, wobei der Umsatz der Desktop-PCs im selben Zeitraum 501 Millionen Euro betrug.

Der geringe Anstieg des Umsatzes der tragbaren Computer ist auf die zunehmende Bedeutung der preisgünstigeren Netbooks zurückzuführen. Netbooks haben mittlerweile fast 20 Prozent Anteil an den verkauften Mobilrechnern weltweit (c't 4/2010), in Deutschland haben Netbooks über 30 Prozent Anteil an den verkauften Mobilrechnern.

2.3 Preise

Der Durchschnittspreis für tragbare Computer fiel 2009 um 13 Prozent auf 550 Euro im Vergleich zum Vorjahr 2008 und sogar um 30 Prozent im Vergleich zum Jahr 2007 (BITKOM 2009). Im Vergleich zum ersten Quartal 2009 fiel der Durchschnittspreis für tragbare

Computer im ersten Quartal 2010 um 11,4 Prozent von 635 Euro auf 563 Euro (gfu, BVT, GfK R&T 2010a). Nach dem Ende des zweiten Quartals 2010 war der Preisrückgang im Vergleich zum selben Zeitraum im Jahr 2009 etwas weniger zu spüren. So fiel der Durchschnittspreis nach Ende des zweiten Quartals 2010 um 8,0 Prozent von 614 Euro auf 565 Euro (gfu, BVT, GfK R&T 2010b).

Der Rückgang im Durchschnittspreis der tragbaren Computer ist auf die zunehmenden Verkaufszahlen zurückzuführen. Viele Netbooks in der Einstiegsklasse liegen in der Preisklasse unter 300 Euro. Beispielweise lagen die Preise der im November 2009 durch die Stiftung Warentest getesteten sieben Netbooks zwischen 299 und 500 Euro und der Durchschnittspreis bei 380 Euro (StiWa 11/2009). Einige Monate später testete die Stiftung Warentest weitere neun Netbooks. In diesem Test lagen die Preise zwischen 280 und 385 Euro und der Durchschnittspreis bei 334 Euro (StiWa 08/2010). Die günstigsten „No-Name“ Netbooks mit ARM Prozessor kosteten sogar unter 120 Euro (www.idealo.de; Zugriff 29.11.2010).

Der Preis eines tragbaren Computers hängt stark von der Ausstattung ab. Die leistungsstarken Subnotebooks, beispielweise mit einem Intel Core-i-Doppelkernprozessor, kosten über 1.000 Euro im unteren Preissegment. Die Computerzeitschrift c't testete ein Subnotebook der Firma Sony, die mit dem schnellsten Core-i-Doppelkern (Intel Corei7-620M, 2 Kerne mit Hyper-Threading), dem Grafikchip Nvidia GeForce GT 330M, einem Full-HD-Display und sparsamen Abmessungen (13,1 Zoll, 1,4 Kg) 2.500 Euro kostete (c't 14/2010). Die Mittelklasse-Notebooks kosteten in der Regel zwischen 700 und 800 Euro.

2.4 Hersteller

Im dritten Quartal 2009 lag in Deutschland Acer mit 27 Prozent Marktanteil (nach Stückzahlen) an der Spitze der PC-Hersteller. Es folgten Hewlett-Packard mit 15 Prozent und Fujitsu mit 8,1 Prozent. Auf Platz vier und fünf befanden sich Asus (7,7 Prozent) und Dell (6,9 Prozent) (c't 4/2010). Weltweit liegt Hewlett-Packard nach wie vor an der Spitze des Marktes der tragbaren Computer, obwohl Hersteller wie Acer und Asus aufgrund des Netbook-Booms deutliche Marktanteile gewinnen konnten. Im ersten Quartal 2010 kommt Hewlett-Packard auf einen Marktanteil von 19,2 Prozent (Abbildung 4), knapp vor Acer (18,5 Prozent) und Dell (11,5 Prozent).

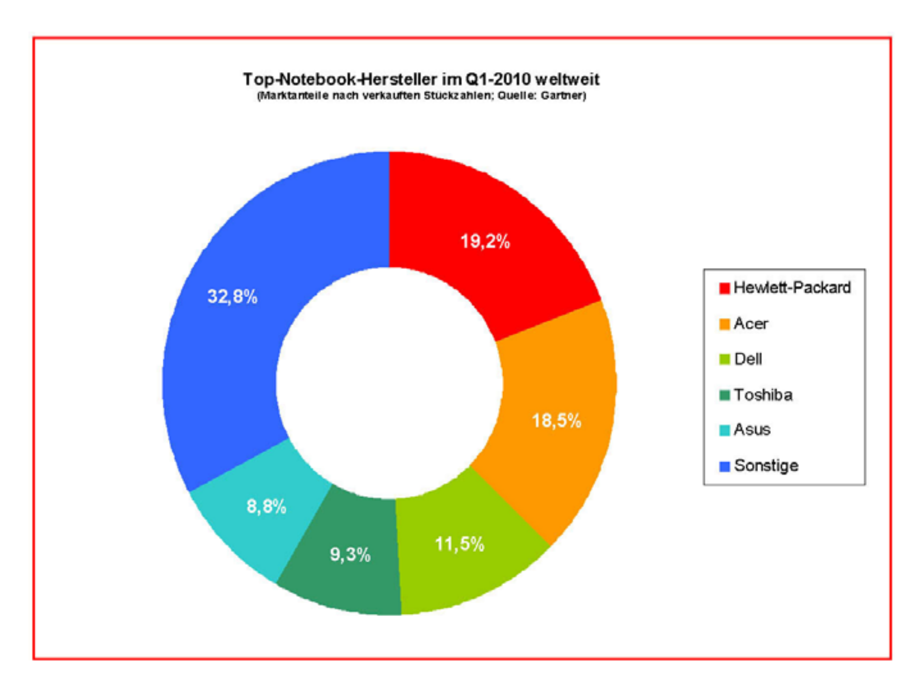


Abbildung 4 Marktanteile (weltweit) der Hersteller der tragbaren Computer im ersten Quartal 2010[10]

Im zweiten Quartal 2010 lag Hewlett-Packard mit dem Verkauf von 8,5 Millionen tragbaren Computern an der Spitze. Das waren allerdings 11 Prozent weniger als im Vorquartal. Acer lag bei 8,1 Millionen, Dell bei 5,5. Danach kamen Lenovo (4,8 Millionen), Toshiba (4,5) und Asus (3,9). Apple lag mit Abstand auf Platz sieben, konnte aber am deutlichsten aufholen: 38 Prozent Zuwachs auf 2,4 Millionen Stück. Dahinter folgten Samsung (2,2 Millionen), Sony (1,7 Millionen) und Fujitsu (0,7 Millionen).[11]

2.5 Haushaltsbestand Deutschland

Rund um den Globus dürften inzwischen gut 500 Millionen Notebooks im Einsatz sein.[12] Die Zahlen des Statistischen Bundesamtes Deutschland belegen, dass in etwa 40 Prozent aller Privathaushalte über mindestens einen tragbaren Computer verfügen.[13] Vor vier Jahren waren tragbare Computer nur in 17 Prozent der Haushalte vorhanden. Was den Ausstattungsbestand der privaten Haushalte in Deutschland angeht, also die Anzahl der in den Haushalten vorhandenen Gebrauchsgüter, sind pro 100 Haushalte etwa 47,4 tragbare

---

10 Quelle: http://www.heise.de/newsticker/meldung/Marktforscher-Rekordwachstum-auf-globalem-Notebook-Markt-1007390.html

11 Quelle: http://www.heise.de/newsticker/meldung/HP-und-Acer-bei-Notebooks-dicht-auf-Update-1048913.html

12 Quelle: http://www.heise.de/newsticker/meldung/Marktforscher-Rekordwachstum-auf-globalem-Notebook-Markt-1007390.html

13 Anzahl der Haushalte, in denen entsprechende Gebrauchsgüter vorhanden sind, bezogen auf die hochgerechnete Anzahl von Haushalten der jeweiligen Spalte (Ausstattungsgrad je 100 Haushalte).

Computer vorhanden[14] (www.destatis.de). Geht man von ca. 40 Millionen Haushalten in Deutschland aus, beträgt der Bestand der tragbaren Computer 2009/2010 ca. 19 Millionen Geräte in den Privathaushalten in Deutschland. Berücksichtigt man den Bestand der tragbaren Computer auch im Businessbereich, sind das ca. 47 Millionen Geräte deutschlandweit.

3 Technologietrends

3.1 Prozessor

Im allgemeinen Sprachgebrauch ist mit „Prozessor“ meist der Zentralprozessor (CPU = Central Processing Unit) eines Computers gemeint, das heute normalerweise in einem Mikrochip integriert ist. Zu den zentralen Aufgaben des Prozessors gehören arithmetische und logische Operationen, das Lesen und Schreiben von Daten im Arbeitsspeicher, das Ausführen von Sprüngen im Programm sowie die Steuerung und Verwaltung der Peripheriegeräte. Damit ist der Prozessor das rechnende Herzstück des Computers und maßgeblich für die Performance (StiWa 08/2010).

Dass die tragbaren Computer mittlerweile als gleichberechtigter Ersatz für leistungsstarke Desktop-PCs betrachtet werden, liegt vor allem an den Weiterentwicklungen der Prozessoren, die in den tragbaren Computern eingesetzt werden. Die neue Prozessorgeneration, wie der Intel Core i3, i5 und i7, ermöglicht nicht nur komplexe Büroanwendungen, sondern auch die uneingeschränkte Nutzung aufwändiger 3-D-Spiele sowie Grafik- und Animationsprogramme (StiWa 08/2010). Intel Core, i7 als Vierkernprozessor ist zurzeit der schnellste Mobilprozessor, der für Spezialaufgaben, wie zum Beispiel das Transkodieren von Videos, gut geeignet ist (c’t 25/2009). Dieser ist aber bei Notebooks immer noch eine Seltenheit, bei Desktop PCs wird er hingegen immer häufiger eingesetzt (c’t 04/2010). Die Core i3 und i5 Prozessoren haben zwei Kerne plus Hyper-Threading[15], das heißt zusätzlich zwei virtuelle Kerne, damit vier Threads[16] parallel ausgeführt werden können (c’t 11/2010a). Der Vorteil dieser Prozessoren ist, dass Hintergrunddienste wie Virenscanner die im Vordergrund

---

[14] Quelle: www.destatis.de; Stand November 2010

[15] Das Hyper-Threading (HT) dient der Beschleunigung von Rechnerprozessen. Bei dieser von Intel entwickelten Technologie wird ein Prozessor in zwei virtuelle Prozessoren geteilt, die unabhängig voneinander gleichzeitig unterschiedliche Rechenoperationen durchführen können. Sie arbeiten parallel wie ein Doppelkernprozessor, müssen sich aber das Ein-/Ausgabe-System teilen.

[16] Threads sind eigenständige Aktivitäten in einem Prozess, die unabhängig von anderen Prozessteilen abgewickelt werden. Jeder Thread ist ein Verarbeitungsstrang und besitzt einen eigenen Prozesskontext, wie jeder andere Betriebssystemprozess auch. Es gibt Threads mit höherer und niedriger Priorität, wobei Threads mit höherer Priorität solche mit niedriger Priorität auslösen können. Ebenso können untergeordnete Threads weitere Threads starten. Wenn mehrere Threads parallel ausgeführt werden, spricht man vom Multithreading.

laufenden rechenintensive Programme viel seltener bremsen als die Vorgängergeneration der Core 2 Duo Prozessoren. Bei Core i5 Prozessoren gibt es, im Gegensatz zu Core i3 Prozessoren, ein so genanntes Turbo Boost, das die Taktfrequenz eines Kerns in mehreren Stufen erhöhen kann, solange der zweite Kern und die Grafikeinheit weniger belastet sind (c't 11/2010a).

Für die meisten Aufgaben reichen die Core-2-Duo-Versionen mit 6 MByte völlig. In einer Konsumentenumfrage der Computerzeitschrift c't bildeten die Intel Core 2 Duo Prozessoren mit 46,6% die meist eingesetzte Mobilprozessortechnologie unter den Befragten (c't 04/2010). Die meisten Anwender würden sogar mit den langsameren Zweikernprozessoren mit rund 2 GHz und 1 bis 3 MByte Level-2-Cache auskommen (c't 25/2009a). Diese können beispielweise HD-Filme problemlos dekodieren. Obwohl Doppelkerne im mobilen Prozessor-bereich längst die Regel sind, werden vermehrt immer noch Einkernprozessoren unter 2 GHz, wie zum Beispiel Intel SU3500 und SU2700 oder AMD Athlon Neo, eingesetzt, weil diese besonders wenig Strom verbrauchen, aber trotzdem zwei- bis dreimal höhere Rechen-leistung erbringen als die Atomprozessoren (Atom N und Atom Z) von Netbooks (c't 25/2009a).

In der oben erwähnten Umfrage der Computerzeitschrift c't lagen die Intel Atom Prozesso-ren, die in Netbooks eingesetzt werden, mit 18,9% auf dem zweiten Platz (c't 04/2010). In älteren Modellen stecken N270, N280 oder Z 530, in neueren N450 Prozessoren. Diese sind alle durch eine 1,6 oder 1,66 GHz Taktfrequenz charakterisiert (c't 14/2010) und benötigen ca. 2,4 W Thermal Design Power (TDP)[17] (Prakash et al. 2010a). Die Rechenleistung des mobilen Atomprozessors ermöglicht nur einfache Büroanwendungen, wie zum Beispiel MS-Office, Internetnutzung (E-Mail, Surfen) und Videoabspielen in Standardauflösung. Komplexere Anwendungen, z.B. 3-D-Spiele oder die Wiedergabe von HD-Videos, können mit Atomprozessoren nicht ausgeführt werden. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass Atomprozessoren wesentlich einfacher aufgebaut sind und beispielsweise mit 16-mal weniger Transistoren ausgestattet sind als Core-i7 Prozessoren (c't 07/2010a). Eine Neuigkeit bei der Weiterentwicklung der Atomprozessoren hatte Intel kurz vor der IFA 2010 angekündigt: ein Netbook-Atomprozessor mit zwei Kernen. Der Prozessor, der N550 heißen soll, wird voraussichtlich eine Taktfrequenz von 1,5 GHz aufweisen und ausschließlich DDR-3-Speicher unterstützen. Die maximale Abwärme soll auf 8,5 W steigen (c't 19/2010).

Dünne, leichte und energiesparende Notebooks lassen sich aber auch mit leistungsstärkeren Prozessoren ausstatten als mit Atomprozessoren. Beispielweise ist die CULV-Plattform von Intel (Consumer Ultra Low Voltage) mit dem Chipsatz GS45 und dem Einkernprozessor Core 2 Solo SU3500 deutlich schneller als Atomprozessoren, allerdings deutlich langsamer als die Core-2-Modelle. Mit einer sehr geringen Abwärme von nur 5,5 Watt TDP kann bei dem

[17] Mit Thermal Design Power (TDP) wird ein typischer Wert für die Verlustleistung eines Prozessors oder anderer elektronischer Bauteile bezeichnet, auf deren Grundlage die Kühlung ausgelegt wird.

CULV-Plattform der Prozessorkühler und damit das Gehäuse besonders flach gestaltet werden, was auch ein geringes Gewicht zur Folge hat (c't 19/2009). Die CULV-Plattform ist allerdings immer noch zu langsam für aktuelle 3-D-Spiele, sie reicht aber für einfache 3-D-Anwendungen wie z.B. Google Earth völlig aus (c't 19/2009).

3.2 Grafikchip und Chipsatz

Der mobile Prozessor Atom N270 wird oft in Verbindung mit dem Mobil-Chipsatz Intel 945GSE verwendet, was den Stromverbrauch gegenüber den anderen Atom-Varianten (Atom 230 und 330), die beispielweise in Nettops eingesetzt werden, um etwa 10 W senkt. Ein weitererMobilprozessor für Netbooks, Atom N280, wird in Verbindung mit dem Mobile-Chipsatz Intel 945GSE oder dem Intel GN40 verwendet. Der Stromverbrauch beträgt etwa 8 W mit dem 945GSE-Chipsatz bzw. 16 W mit dem GN40-Chipsatz (Prakash et al. 2010a).

Im ersten Halbjahr 2009 hat Nvidia den Mobilchipsatz GeForce 9400M G auf den Markt gebracht. Dieser Chipsatz wird mit Atomprozessoren auf einem sehr kleinen Mainboard im Pico-ITX-Format eingebaut. Zusammen mit dem Intel-Atomprozessor trägt der Chipsatz GeForce 9400M G den Namen Ion-Plattform. Im Vergleich zu den bisher von Intel verkauften CPU-Chipsatz-Kombinationen Atom N270/945GSE für Netbooks bringt der DirectX-10-Grafikkern des Chipsatzes mit dem Codenamen MCP79 deutlich mehr Qualität bei 3-D-Berechnungen. Außerdem soll das Abspielen von Full-HD-Videos und Blu-ray Disks – ein entsprechendes Laufwerk vorausgesetzt – möglich sein. Als zusätzlicher Vorteil besteht der von Nvidia als „Motherboard GPU" bezeichnete Chipsatz nur aus einem einzigen Chip, während Intels 945GSE und 945GC noch klassisch in North- und Southbridge[18] aufgeteilt sind (c't 02/2009).

Intel hat in der zweiten Hälfte 2009 den Atomnachfolger mit dem Namen PineView auf den Markt gebracht. Demnach hat Intel die Plattform Pine Trail entwickelt, die aus dem Prozessor PineView und dem Chipsatz Tiger Point besteht. Speichercontroller und Grafikkern werden im Prozessor untergebracht, sodass eine Northbridge entfällt und der Chipsatz nur noch aus der Southbridge besteht. Die Integration bietet mehr Vorteile – so sinkt die Leistungsaufnahme der Komponenten, weil sie im gleichen 45-nm-Prozess wie der Kern gefertigt sind. Die maximale Leistungsaufnahme der Plattform soll von bisher 8 auf 7 W sinken und die Wärme soll sich einfacher ohne Lüfter abführen lassen (c't 04/2009). Pine Trail ist zwar

[18] Intel hat für Chipsätze eine Bridge-Architektur entwickelt, die vorwiegend aus zwei Chips besteht: der Northbridge und der Southbridge. Die Northbridge ist für den High-Speed-Datentransfer verantwortlich. Sie sorgt für die Anbindung der Zentraleinheit (CPU) an das System und kontrolliert den Arbeitsspeicher, den AGP- und den PCI-Bus. Die Southbridge ist im Unterschied zur Northbridge, mit der sie über einen Hochgeschwindigkeits-Bus verbunden ist, für die Kontrolle der Laufwerke, Schnittstellen, Busse und angeschlossenen Peripheriegeräte wie Tastatur und Maus zuständig.

langsamer als PEG-Grafikchips[19], bekommt aber für rudimentäre 3-D-Grafik und HD-Video genügend Bandbreite (c't 07/2010b).

Die aktuellen schnelleren mobilen Grafikchips sind Nvidia GTX 280M und AMD Mobility Radeon 4850/4870 (c't 25/2009). Diese high-end Grafikchips werden allerdings aufgrund lauter Lüfter und kurzen Laufzeiten selten in Notebooks eingesetzt. Ein besseres Verhältnis zwischen Leistungsaufnahme und Rechenleistung bieten beispielweise die Chips der so genannten Performance-Klasse, wie der AMD Radeon HD 4650 und der Nvidia GT 240M (c't 25/2009), die für komplexere Spiele mit niedrigeren Auflösungen gut geeignet sind.

Es besteht auch die Möglichkeit, auf dezidierte Grafikchips komplett zu verzichten, indem vorhandene Chipsatz-Grafikkerne wie Nvidia Ion 9400M eingesetzt werden. Diese rechnen schnell genug für einfachere Aufgaben und eignen sich auch für HD-Videos und ältere Spiele. Dennoch sind die meisten Netbooks immer noch mit langsameren Intel GMA 950 oder GMA 500 Chips ausgestattet (c't 25/2009a).

Eine interessante Entwicklung bei Grafikchips ist die Möglichkeit, diese abzuschalten während die Chipsatzgrafik die Rechenleistung übernimmt (c't 25/2009a). Diese Technik wird auch als Hybrid-Grafik bezeichnet. Trennt man beispielweise das Notebook vom Stromnetz, schaltet eine Software (oft auch Optimus-Technik genannt) unter anderem das DVD-Laufwerk ab und wechselt vom Grafikchip zur Chipsatzgrafik, die dann in einem speziellen Stromsparmodus läuft (c't 19/2009). Zudem reduziert die eingesetzte Software auch die maximale Displayhelligkeit um rund 20 cd/m^2, was deutliche Stromspareffekte erbringt und zudem auch einen längeren Akkubetrieb von bis zu siebeneinhalb Stunden ermöglicht (c't 25/2009a).

3.3 Netbooks

Die kleinen mobilen Computer, auch Netbooks genannt, gewinnen im Gesamt PC-Markt aufgrund leichter Handhabung beim Transport, geringerer Preise und niedrigerem Stromverbrauch immer mehr an Bedeutung. Laut BITKOM bildeten Netbooks schon 2009 fast ein Viertel des gesamtdeutschen PC-Marktes (in verkauften Stückzahlen) (BITKOM 2009). Allerdings haben Netbooks relativ wenig leistungsfähige Hardwareausstattung im Vergleich zu anderen tragbaren Computern, denn Microsoft macht obligatorische Vorgaben zur Maximalausstattung der Netbooks: 1 GByte Hauptspeicher, Einkernprozessor, 160 GB Festplatte und 10,2 Zoll Displaygröße. Es gibt sogar Einschränkungen bei dem Betriebs-system: auf den meisten neuen Netbooks ist Windows 7 vorinstalliert, allerdings nur in der Starter-Version. Bei der Starter-Version sind viele Standardfunktionen nicht möglich, zum Beispiel kann der Desktop nicht auf einen externen Monitor erweitert werden, es sind keine

[19] PEG: PCI Express for Graphics – Mit bidirektionalen Datentransferraten von bis zu 4 GB/s gehört die PEG-Schnittstelle (PCI Express for Graphics) zu den leistungsstarken Schnittstellen für Grafikkarten.

Mutitouch-Funktionen für Netbooks mit Touchscreen vorhanden oder es kann kein beliebiges Desktophintergrundbild gewählt werden.

3.4 Ersatz von Desktop-PCs

Die größeren tragbaren Computer mit 16- und 17-Zoll Displaygröße haben von ihrer Hardwareausstattung her das Potenzial, Desktop-PCs in den meisten Aspekten zu ersetzen. Das größere Gehäuse dieser tragbaren Computer bietet Platz für viele Schnittstellen, schnelle Prozessoren, spieletaugliche Grafikchips und ergonomische Tastaturen. Außerdem gibt es mittlerweile tragbare Computer mit farbkräftigen und großen Displays (16:9 Zoll Format), zwei Festplatten, großen Arbeitsspeichern, Vierkernprozessoren, Blu-ray Laufwerken und hochwertigen Lautsprechern (c't 21/2009).

Solche High-End-Geräte erzeugen Displayauflösungen in der Größenordnung von 1920 x 1080 bis 1920 x 1200 Pixel und Displayhelligkeit bis 260 cd/m^2 und liefern damit bessere Farben als die meisten externen Monitore (c't 21/2009; c't 14/2009). Die Tastaturen mit 19 x 19 mm Raster liegen im selben Bereich wie übliche Desktop-Tastaturen. Außerdem haben viele Geräte eSATA-Buchsen für den schnellen Datentausch mit externen Festplatten und anderen Peripheriegeräten (c't 21/2009).

Generell ist festzustellen, dass bezüglich Rechenleistung – insbesondere für Normalanwender – zwischen Desktop-PCs und tragbaren Computern fast keine Unterschiede mehr zu spüren sind. So sind viele tragbare Computer, wie in den Abschnitten 3.1 und 3.2 beschrieben, mit leistungsstarken Zwei- bis Vierkernprozessoren (Core i-Familie oder auch Core 2 Duo) und spieletauglichen Grafikchips (Bsp. Nvidia GeForce GTX 260M) ausgestattet. Allerdings sind solche schnelle 3-D-Chips im Vergleich zu denen der Desktop-PCs immer noch nur Mittelklasse. Allerdings reicht die Chipsatzgrafik, wie sie in tragbaren Computern und vielen Desktop-PCs zu finden ist, für die typischen Büro- und Multimedia-Anwendungen einschließlich der Wiedergabe von HD-Videos sowie Bildbearbeitung und Videoschnitt völlig aus (c't 25/2009c).

Allerdings haben die leistungsstarken tragbaren Computer deutlich höhere Geräuschemissionen als durchschnittliche tragbare Computer, die aber in der Größenordnung der durchschnittlichen Desktop-PCs liegen (in der Regel 2,0 Sone). Die sieben von der Computerzeitschrift c't gestesteten 16- bis 17-Zoll tragbare Computer wiesen unter Prozessorlast Geräuschwerte zwischen 1,2 und 1,8 Sone auf (c't 21/2009). Die durchschnittlichen tragbaren Computer, zum Beispiel Geräte mit CULV-Technik[20], haben in der Regel einen Geräuschpegel unter 0,5 Sone (c't 19/2009). Außerdem haben die leistungsstarken tragbaren

[20] CULV- Consumer Ultra-Low Voltage Prozessoren sind die Weiterentwicklung bzw. kleinere Varianten von so genannten Ultra-Low Voltage Prozessoren (ULV) und wurden für den privaten Bereich entwickelt. ULV Prozessoren sind Downsized-Typen von Prozessoren, die in Notebooks eingesetzt werden, sie haben eine reduzierte Ausstattung, kleinere L2-Caches, eine niedrigere Taktrate und vor allem relativ geringe Versorgungsspannungen, die zwischen 1,05 V und 1,15 V liegen.

Computer eine viel niedrigere Akkulaufzeit im Vergleich zu anderen Geräten. Im c't 21/2009 lag die Laufzeit bei einer DVD-Wiedergabe lediglich zwischen 1,5 bis 2 Stunden. Vergleichsweise gibt es Modelle, die bei der DVD-Wiedergabe über 5 Stunden Laufzeit erbringen (c't 12/2010a).

Was den Stromverbrauch angeht, gilt generell, dass die tragbaren Computer in der Regel rund 70 Prozent weniger Strom verbrauchen als die Desktop-PCs mit vergleichbarer Leistung und Ausstattung (Quack et al. 2010). Tragbare Computer werden grundsätzlich sehr viel energieeffizienter konzipiert als herkömmliche Desktop-PCs, da eine hohe Energieeffizienz eine längere Laufzeit der Akkus ermöglicht – eine wesentliche Voraussetzung für den mobilen Gebrauch.

Ein großer Nachteil der tragbaren Computer gegenüber Desktop-PCs liegt in den begrenzten Möglichkeiten der Auf- und Nachrüstung (siehe Abschnitt 3.5). Mehr als Festplatte und Arbeitsspeicher lässt sich oft nicht austauschen, zumal beim Speicher die Obergrenze bei 8 GByte liegt.

Zum anderen erfüllen tragbare Computer – im stationären Betrieb – nicht die gesetzliche Bestimmungen für Bildschirmarbeitsplätze. So müssen sich zum Beispiel Tastatur und Display unabhängig voneinander neigen und positionieren lassen (c't 25/2009c). Die Bildschirmarbeitsverordnung gilt für die Arbeit an Bildschirmgeräten, aber nicht für die Arbeit an Bildschirmgeräten für den ortsveränderlichen Gebrauch, sofern sie nicht regelmäßig an einem Arbeitsplatz eingesetzt werden (BildschArbV 2008). Laut dem Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI 2000)

> *„...umfasst die Arbeitsplatzbeschreibung den Einsatz des ortsveränderlichen Gerätes am festen Arbeitsplatz, z.B. Laptop oder Notebook, und ist das Gerät zur Erfüllung der gestellten Aufgaben notwendig, liegt ein Bildschirmarbeitsplatz vor. Tragbare Bildschirmgeräte, die nicht den ergonomischen Forderungen insbesondere bezüglich der Tastaturausführung, der Trennung von Tastatur und Bildschirm oder der Qualität der Zeichendarstellung erfüllen, sind für die dauernde Benutzung an einem festen Arbeitsplatz nicht geeignet".*

Damit ist klar, dass tragbare Computer die Anforderungen der BildscharbV schon deshalb nicht erfüllen, weil es an der erforderlichen Trennung von Bildschirm und Tastatur fehlt. Für die Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen sind die Kriterien Sehabstand, Einstellbarkeit des Bildschirms, Zeichenkontrast und -helligkeit sowie Eingabemöglichkeiten (Tastatur, Mausersatz) von besonderer Bedeutung (www.ergo-online.de). Damit die tragbaren Computer auch im Hinblick der ergonomischen Anforderungen Desktop-PCs ersetzen können, müssen sie weitere Kriterien erfüllen:

- Notebooks benötigen am festen Arbeitsplatz eine getrennte, frei aufstellbare Tastatur.
- Bei kleinen Anzeigen von Notebooks ist ebenfalls ein getrennt aufstellbarer großer Bildschirm notwendig, um Fehlhaltungen vorzubeugen.

- Gute Notebookständer haben eine flexible Höheneinstellung und ermöglichen eine optimale Körper- und Kopfhaltung zum Bildschirm.
- Notebook-Tastaturen mit einem ausreichenden Abstand der Tastenmitten lassen sich fehlerfrei bedienen.

Die ersten zwei Punkte deuten auf den Einsatz der tragbaren Computer mit einer Docking-Station hin.

Genauere Beschreibungen zu den obengenannten Kriterien geben die Normen DIN EN ISO 9241[21], DIN EN ISO 13406[22] und DIN 2137[23].

3.5 Auf- und Nachrüstung

Auf- und Nachrüstung sind geeignete Methoden, die Lebensdauer eines tragbaren Computers zu verlängern. Allerdings sind die Auf- und Nachrüstungsmöglichkeiten in den tragbaren Computern viel geringer bzw. aufwändiger als bei Desktop-PCs. Ein tragbarer Computer lässt sich am besten über USB 2.0-Schnittstellen nachrüsten. So lassen sich eine ganze Reihe von Geräten und Modulen über USB anschließen: Cardreader, Soundkarte, externe Festplatte, Digitalkamera, TV-Tuner etc. Auch mit Hilfe der schnelleren eSATA-Schnittstellen können viele Geräte angeschlossen werden. Außerdem haben viele tragbare Computer Mini-Card-Steckplätze, die zum Anschließen von WLAN- und UMTS-Modulen verwendet werden können.

Bei tragbaren Computern ist eine spätere Aufrüstung mit einer Grafikkarte nur in seltenen Spezialfällen möglich. Soll eine leistungsstarke Grafikkarte, beispielweise für 3-D-Anwendungen, nachgerüstet werden, ist das Vorhandensein einer PCI Express x 16 Schnittstelle, manchmal auch unter den Namen PEG-Slot oder PCI Express for Graphics bekannt, unabdingbar.

Viel einfacher lassen sich der Arbeitsspeicher und die Festplatte austauschen bzw. vergrößern. In vielen tragbaren Computern muss hierfür nur die Klappe auf der Unterseite aufgeschraubt werden. Hat ein tragbarer Computer keine Klappe, muss die gesamte Unterschale abmontiert oder die Tastatur ausgebaut werden, was mit großem Aufwand und Schadensrisiken verbunden ist. Manche tragbare Computer haben keinen RAM-Sockel, sondern einen aufgelöteten Arbeitsspeicher, sodass diese nicht aufgerüstet werden können (c't 25/2009b).

---

[21] DIN EN ISO 9241: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten (neu: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion): Teil 4: Anforderungen an die Tastatur (Deutsche Fassung EN ISO 9241-4:1998)

[22] DIN EN ISO 13406: Ergonomische Anforderungen für Tätigkeiten an optischen Anzeigeeinheiten in Flachbauweise: Teil 2: Ergonomische Anforderungen an Flachbildschirme (DIN EN ISO 13406-2:2001)

[23] DIN 2137: Büro- und Datentechnik – Tastaturen: Teil 12: Deutsche Tastatur für die Daten- und Textverarbeitung; Tastenanordnung und Belegung für tragbare Rechner

Netbooks der jüngsten Generation haben anstelle einer normalen Festplatte ein Festkörperlaufwerk (Flash-Speicher oder Sold State Disks, SSD genannt). Diese sind im Format einer Erweiterungskarte (Mini Card) vorhanden und können nur gegen vom Hersteller freigegebene Karten ausgetauscht werden (c't 25/2009b).

Der Austausch von optischen Laufwerken gestaltet sich oft sehr schwierig. Diese lassen sich zwar nach dem Lösen weniger Schrauben herausnehmen, oft passen aber die rechteckigen Blenden der im Handel erhältlichen Slim-Laufwerke nicht zum Gehäuse (c't 25/2009b).

3.6 Mobile Thin Clients

Mit dem flächendeckenden Ausbau von Breitbandinternetleitungen und des Mobilfunknetzes besteht die Möglichkeit, das Thin Client Server Modell auch im mobilen Einsatz zu betreiben. Dafür wurden in den letzten Jahren verschiedene Geräte entwickelt, die vom Äußeren her einem Notebook ähneln, technologisch aber mit der Hardware von Thin Clients sowie einem Akkublock, einer Tastatur und einem Bildschirm ausgestattet sind. Im mobilen Einsatz haben diese so genannten „Mobile Thin Clients“ den Vorteil, dass bei Diebstahl des Gerätes keine sensiblen Daten verloren gehen können, da diese stets auf einem zentralen Server abgelegt sind (iX 11/2009; Manhart et al. 2010).

3.7 Solid-State-Disks

Aktuelle Festplatten der tragbaren Computer mit 320 bis 640 GByte Speicherkapazität erzielen Transferraten von 60 MByte/s. Solid-State-Disks, kurz SSD, auch Festkörperlaufwerk genannt, die im Gegensatz zu konventionellen Festplatten keine rotierende Scheibe oder andere bewegliche Teile enthalten, lesen mit rund 200 MByte/s und schreiben mit über 100 MByte/s (c't 25/2009a). Die aktuellsten SSDs erreichen sogar Transferraten von über 300 MByte/s bei Rechnern mit 6 GBit/s Serial-ATA-Anschlüssen (c't 12/2010b). Gerade für den mobilen Einsatz haben SSDs viele Vorteile gegenüber konventionellen Festplatten: mechanische Robustheit (Stoßfestigkeit), kurze Zugriffszeiten, niedriger Energieverbrauch und das Fehlen jeglicher Geräuschentwicklung. Allerdings gibt es noch keine ökobilanzielle Untersuchung zum Vergleich zwischen konventionellen Festplatten und SSD, sodass es durchaus möglich ist, dass der energetische Vorteil von SSD im Betrieb durch hohe Umweltauswirkungen in der Herstellung kompensiert bzw. überkompensiert werden könnte.

Es gibt es zwei Arten von SSDs: flashbasierte und SDRAM-basierte SSDs. In mobilen Geräten wie tragbaren Computern, MP3-Playern und USB-Sticks werden häufig flashbasierte SSDs eingesetzt. Flash-Speicher sind besonders energieeffizient und arbeiten stromunabhängig, wenn es um das Beibehalten des Inhaltes geht.

Ein großer Nachteil der SSDs liegt in den hohen Anschaffungspreisen. In der Regel kostet eine SSD mit 256 GByte rund 600 €, eine 128 GByte SSD rund 300 €. Eine konventionelle Festplatte mit 500 GByte kostet dagegen weniger als 80 €. Aufgrund des hohen Preises

werden sie derzeit entweder nur in sehr kleinen Ausführungen angeboten oder nur im Premiumsegment eingesetzt.

3.8 Tablet-PC, Smartphones, E-Books

Ein Tablet-PC stellt eine Erweiterung herkömmlicher tragbarer Computer dar und ist meistens mit spezieller Software zur Handschrifterkennung ausgestattet. Tablet-PCs könnten als eine Gerätekategorie zwischen tragbaren Computern und Smartphones bezeichnet werden. Die meisten Komponenten der Tablet-PCs wie Prozessor, Festplatte, Chipsatzgrafik und Arbeitsspeicher sowie die Größe sind oft identisch mit denen der tragbaren Computer, um die vollständige Kompatibilität zu Software für x86-Prozessoren zu ermöglichen. Die Unterschiede zu tragbaren Computern bestehen hauptsächlich in:

- der Bauform des Gehäuses und
- dem berührungsempfindlichen Bildschirm, der per Eingabestift und teilweise auch mit dem Finger direkt bedient werden kann.

Außerdem können Tablet-PCs im Stehen verwendet und mit einer Hand bedient werden. Da das Display für eine ständige Benutzung mit einem Stift und die Berührung mit der Hand ausgelegt ist, sind die Oberflächen meist auf kratzfestem Material und unempfindlicher gegenüber Verunreinigungen wie z.B. durch Schweiß.

Allerdings kommt in Tablet-PCs häufig ein Digitizer statt des berührungsempfindlichen Displays vor, denn die für x86-Prozessoren geeigneten Betriebssysteme, inklusive Windows 7 Starter, bereiten Schwierigkeiten mit der Touchscreen-Bedienung. Geräte mit vollwertigem Windows 7 bieten dagegen bessere Touchscreen-Bedienung. Neben Microsoft Betriebssystemen wie Windowx XP Tablet-PC Edition, Windows Vista und Windows 7 gibt es auch Geräte mit Linux und MacOS. Aufgrund der Nutzung einer offenen Hardwarearchitektur sind die Betriebssysteme in der Regel untereinander austauschbar.

Mittlerweile stellen Smartphones mit nahezu perfekter Fingerbedienung und großem App-Angebot eine bedeutende Konkurrenz für das Segment der Tablet-PCs dar. Das iPhone der Firma Apple basiert auf einer geschlossenen Hardwarearchitektur mit einem festen Betriebssystem, die im Gegensatz zu Tablet-PCs vorrangig zum Medienkonsum sowie zur Nutzung von Informations- und Kommunikationsdienste gedacht ist. Smartphones gelten als sehr praktikable Geräte für die mobile Nutzung des Internets. Diese Praktikabilität ergibt sich aus der Kombination rechenstarker Prozessoren und breitbandiger Mobilfunknetze mit dauerhafter Konnektivität.

Außerdem gibt es Konkurrenz seitens der Produktgruppe der so genannten Netvertibles. Netvertibles sind kleine tragbare Computer mit Touchscreen, die in Convertible-Bauweise (Tastatur und Bedienung per Stift sowie per Finger auf dem berührungsempfindlichen Bildschirm) vorkommen: Wie bei Tablet-PCs lässt sich der Deckel dieser Produktgruppe um 180°C drehen und mit einem Display nach oben über die Tastatur klappen (c’t 22/2009).

Zudem gibt es die E-Books, die als Lesegerät für längere Texte besser geeignet sind als tragbare Computer. Denn E-Books haben sehr lange Laufzeiten von mehreren Tagen, augenfreundliche Displays (nicht selbstleuchtende E-Ink Displays), leichtes Gewicht (im Durchschnitt 220 g, Bandbreite 152 bis 338 g; StiWa 10/2010) und sehr geringen Stromverbrauch (nur beim Bildwechsel).

3.9 LED Hintergrundbeleuchtung

Die folgende Abbildung[24] zeigt, dass der Anteil der tragbaren Computer, die LCD-Panels mit LED Hintergrundbeleuchtung nutzen, steigt kontinuierlich im Jahr 2009.

Hintergrundbeleuchtung 2009: Anteil verschiedener Technologien in LCD-Panels ab 10" (in Millionen)

Einsatz in	Beleuchtungstyp	Q1/09	Q2/09	Q3/09	Q4/09	2009
Netbooks	LED	4,2	7,9	10,1	9,4	31,7
Monitore	CCFL	36,8	51,2	53,7	51	193
	LED	<0,1	<0,1	0,6	1,5	2,3
	alle	36,9	51,3	54,3	52,4	195
Notebooks	CCFL	17	18,9	17,5	11,7	65
	LED	6	14,3	25,5	30,2	76
	alle	22,9	33,2	43	41,8	141
LCD-TV	CCFL	24,2	34,4	40,6	41,2	140
	LED	0,4	0,6	1,3	2,2	4,5
	alle	24,6	35	41,9	43,4	145
alle	CCFL	78	104,4	111,7	103,8	398
	LED	10,6	23	37,6	43,3	115
	alle	88,6	127,4	149,3	147,1	512
LED-Anteil		12%	18%	25%	29%	22%

Abbildung 5 Marktanteil LED – Hintergrundbeleuchtungstechnologie (iSuppli 2010)

Insgesamt hatte die LED – Hintergrundbeleuchtungstechnologie einen Anteil von knapp 54 Prozent am Gesamtmarktanteil im Jahr 2009. Die Prognosen der Marktforschungsinstitute vermuten, dass die LED-Hintergrundbeleuchtungstechnologie im Jahr 2010 in nahezu allen tragbaren Computern angewendet wird (iSuppli 2010).[25]

---

[24] Quelle http://www.prad.de/new/news/shownews_alg2677.html

[25] Quelle:http://www.isuppli.com/Display-Materials-and-Systems/News/Pages/LCDs-Face-LED-Backlight-Supply-Shortageas-Shipments-More-than-Double-in-2010.aspx

4 Umweltaspekte

4.1 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch von tragbaren Computern hängt stark von deren Ausstattung ab. Je umfangreicher die Ausstattung mit leistungsstarken Komponenten, desto höher ist in der Regel auch der Energieverbrauch. Prozessor, Grafikkarte und Bildschirm sind diejenigen Komponenten, die den Stromverbrauch eines tragbaren Computers am meisten beeinflussen.

Die Version 5.0 der Energy Star ® Anforderungen für Computer unterscheidet daher je nach der Ausstattung in drei verschiedenen Kategorien der tragbaren Computer: Kategorie A, B und C.

- Kategorie A: Alle Notebooks, die nicht der Definition der Kategorie B oder der Kategorie C entsprechen, kommen für die Kennzeichnung unter Kategorie A in Frage.
- Kategorie B: Für die Einstufung unter Kategorie B müssen Notebooks über folgendes Merkmal verfügen:
  - ein diskreter Grafikprozessor (GPU).
- Kategorie C: Für die Einstufung unter Kategorie C müssen Notebook-Computer über folgende Merkmale verfügen:
  - mindestens zwei physische Prozessorkerne;
  - mindestens 2 Gigabyte (GB) Systemspeicher und
  - ein diskreter Grafikprozessor (GPU) mit einer Framebufferbreite über 128 bit.

Laut dem aktuellen Stand der Energy-Star-Datenbank (Zugriff August 2010) benötigen tragbare Computer der Kategorie A im Durchschnitt 9 W, der Kategorie B 13 W und der Kategorie C 23 W im Idle-Modus[26]. Das Spektrum der Leistungsaufnahme im Idle-Modus lag bei Kategorie A zwischen 4 und 14 W, bei Kategorie B zwischen 6 und 18 W und bei Kategorie C zwischen 13 und 31 W. Die Leistungsaufnahmen der von der Stiftung Warentest getesteten leistungsstarken tragbaren Computer, entsprechend den Kategorien B und C, lagen zwischen 28 und 44 W im Idle-Modus (StiWa 08/2010). Im selben Test geprüfte Netbooks der Kategorie A benötigten zwischen 9 und 16 W im Idle-Modus (StiWa 08/2010). Die Computerzeitschrift c't testete sechs tragbare Computer der CULV-Schiene (entsprechend Kategorie B) und maß Leistungsaufnahmen zwischen 13,2 und 20,9 W im Idle-Modus (bei maximaler Helligkeit) (c't 19/2009). Die Messergebnisse der tragbaren Computer der Oberklasse zeigten eine Spannweite zwischen 26,5 und 32,9 W im Idle-Modus (bei maximaler Helligkeit) (c't 21/2009).

[26] Der Zustand, in dem das Betriebssystem und die sonstige Software vollständig geladen sind, ein Nutzerprofil erstellt wurde, das Gerät nicht im Ruhemodus ist und die Aktivität auf diejenigen grundlegenden Anwendungen beschränkt ist, die das System automatisch startet.

Die Verbraucherinformationskampagne des Öko-Instituts, EcoTopTen (www.ecotopten.de), unterscheidet je nach Ausstattung und Bedarf zwischen drei Nutzergruppen: Einsteiger, Multimedia und Gamer. Danach können bei jeder Nutzergruppe zwischen 50 und 70 Prozent Energie eingespart werden, wenn effiziente tragbare Computer eingesetzt werden, wie die nachfolgende Abbildung zeigt:

	stationäre Nutzung				mobile Nutzung			
	Desktop		**Kompakt-PC**		**Notebook**		**Netbook**	
Nutzertyp	Energie-effizienz sehr gut	Energie-effizienz sehr schlecht	Energie-effizienz sehr gut	Energie-effizienz sehr schlecht	Energie-effizienz sehr gut	Energie-effizienz sehr schlecht	Energie-effizienz sehr gut	Energie-effizienz sehr schlecht
Einsteiger / Gelegen-heitsnutzer	30 Watt	>100 Watt	15 Watt	35 Watt	10 Watt	25 Watt	8 Watt	20 Watt
Multimedia	40 Watt	>100 Watt	-	-	10 Watt	30 Watt	-	-
Gamer	50 Watt	>200 Watt	-	-	25 Watt	50 Watt	-	-

Abbildung 6 Leistungsaufnahme verschiedener Computertypen im Idle-Modus (Quelle: www.ecotopten.de)

Was Abbildung 6 auch zeigt, ist die höhere Effizienz der tragbaren Computer gegenüber Desktop PCs vergleichbarer Ausstattung. Beispielweise benötigt ein effizienter tragbarer Computer in der Einsteigerklasse 10 W, während ein vergleichbarer Desktop-PC in derselben Klasse 30 W braucht. Die Leistungsaufnahmen der tragbaren Computer im Ruhemodus[27] und Aus-Zustand[28] sind sehr gering: so lagen die Leistungsaufnahmen im Ruhemodus für Kategorie A, B und C der Energy Star-Datenbank deutlich unter 2,0 W, im Aus-Zustand deutlich unter 1,0 W.

Geht man nach dem für EcoTopTen festgelegten Nutzungsmuster von 4 Std. Idle-Modus, 1 Std. Ruhemodus, 19 Std. Aus-Zustand und einem Strompreis von 0,232 Euro pro Kilowattstunde, ergeben sich folgende Unterschiede in Energieverbrauch und -kosten pro Jahr (Abbildung 7):

---

[27] Ein Niedrigverbrauchsmodus, in den der Computer nach einer bestimmten Inaktivitätszeit automatisch übergehen oder manuell versetzt werden kann. Ein Computer mit Ruhemodusfunktion kann durch Netzverbindungen oder Benutzerschnittstellengeräte schnell „geweckt“ werden und erreicht innerhalb von maximal 5 Sekunden nach Beginn des Weck-Ereignisses vollständige Betriebsbereitschaft, einschließlich Anzeigefunktion. Bei Systemen, für die ACPI-Normen gelten, entspricht der Ruhemodus in der Regel dem ACPI-Zustand S3 (Suspend to RAM).

[28] Zustand mit der geringsten, vom Nutzer nicht ausschaltbaren (beeinflussbaren) Leistungsaufnahme, der unbegrenzt fortbesteht, solange das Gerät mit dem Stromnetz verbunden ist und entsprechend der Bedienungsanleitung des Herstellers genutzt wird. Bei Systemen, für die ACPI-Normen gelten, entspricht der Aus-Zustand dem ACPI-Zustand S5.

Zur Orientierung: Jährlicher Energieverbrauch (kWh/Jahr) und jährliche Stromkosten (Euro/Jahr)								
	Ein-steiger PC	Kompakt-PC	Einsteiger Notebook	Netbook	Multi-media PC	Multi-media Notebook	Gamer PC	Gamer Notebook
Gerät mit der von EcoTopTen empfohlenen Ausstattung	51 kWh 12 Euro	30 kWh 7 Euro	18 kWh 4 Euro	16 kWh 4 Euro	66 kWh 15 Euro	18 kWh 4 Euro	81 kWh 19 Euro	40 kWh 9 Euro
Zum Vergleich: Sehr ineffizientes Gerät	169 kWh 39 Euro	73 kWh 17 Euro	44 kWh 10 Euro	37 kWh 9 Euro	177 kWh 41 Euro	51 kWh 12 Euro	323 kWh 75 Euro	102 kWh 24 Euro

Abbildung 7 Energieverbrauch- und kosten verschiedener Computertypen im Idle-Modus (Quelle: www.ecotopten.de)

Abbildung 7 zeigt, dass die ineffizienten tragbaren Computer im Vergleich zu effizienten, von EcoTopTen empfohlenen tragbaren Computern, dreimal mehr Energieverbrauch und -kosten aufweisen. Die ineffizienten tragbaren Computer sind aber immer noch deutlich verbrauchsärmer im Vergleich zu den Desktop-PCs vergleichbarer Ausstattung.

4.2 Bedeutung von Schadstoffen

Relevant sind hier vor allem:

- Produktion: Einsatz von zahlreichen, häufig toxischen Chemikalien. Wichtig für Arbeits- und Umweltschutz.
- Schadstoffe im Produkt, die problematisch für Recycling bzw. Entsorgung sind oder während des Gebrauchs ausgasen können.

Bridgen und Santillo (2006) haben in einer Untersuchung an fünf Notebooks verschiedener Hersteller festgestellt, dass eine ganze Reihe an schädlichen Chemikalien in den Geräten enthalten war. Erwähnenswert sind insbesondere Bromverbindungen, die in allen Geräten nachgewiesen werden konnten. Sie gehen vermutlich auf die Verwendung von bromhaltigen Flammschutzmitteln zurück und ließen sich auch an der Oberfläche der Geräte sowie im Lüfter nachweisen. Darüber hinaus wurde in einer Anzahl der Geräte Schwermetalle gefunden (z.B. Blei, Chrom).

Am 23. März 2005 wurde das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, ElektroG) verabschiedet. Dieses setzt zwei zugrunde liegende **EU-Richtlinien um: die EU-Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte** (sog. „WEEE-Richtlinie") und die **EU-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten** (sog. „RoHS-Richtlinie"). Zum einen dürfen besonders schädliche Substanzen wie Blei, Quecksilber, Cadmium oder bestimmte Bromverbindungen seit Juli 2006 in den meisten Geräten nicht mehr verwendet werden (Ausnahmen müssen bei der EU-Kommission beantragt werden). Zum

anderen wurde bestimmt, dass alte, nicht mehr genutzte Geräte, die entsorgt werden müssen, seit März 2006 vom Verbraucher kostenlos bei kommunalen Sammelstellen abgeben werden können. Dies gilt sowohl für „historische Altgeräte“ (die vor dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden) als auch für „neue Altgeräte“ (die nach dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden). Die Hersteller sind verpflichtet, die gesammelten Geräte zurückzunehmen und nach dem Stand der Technik sicher zu entsorgen. Die im ElektroG genannten Entsorgungs- und Recyclingquoten müssen seit dem 31.12.2006 eingehalten werden.

Groß et al. (2008) haben im Rahmen eines RoHS-Reviews weitere gefährliche Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten identifiziert und klassifiziert. Die Definition „Gefährliche Substanzen“ wurde nach den folgenden Inventarkriterien festgelegt:

Gefährliche Substanzen sind

1. diejenigen Substanzen, die die Kriterien der gefährlichen Substanzen erfüllen, wie sie in der EU-Direktive 67/548/EEC beschrieben sind;
2. diejenigen Substanzen, die gemäß REACH die Kriterien der „besonders Besorgnis erregenden Substanzen“ (Substances of Very High Concern, SVHC) erfüllen;
3. Substanzen, die in Menschen und Biotopen giftig wirken können;
4. Substanzen, die bei der Sammlung und Verarbeitung von Elektro- und Elektronikgeräten gefährliche Substanzen bilden können;

Die folgende Abbildung zeigt die Definition bzw. den Geltungsbereich der „gefährlichen Substanzen“ in Elektro- und Elektronikgeräten, wie sie von Groß et al. 2008 klassifiziert werden.

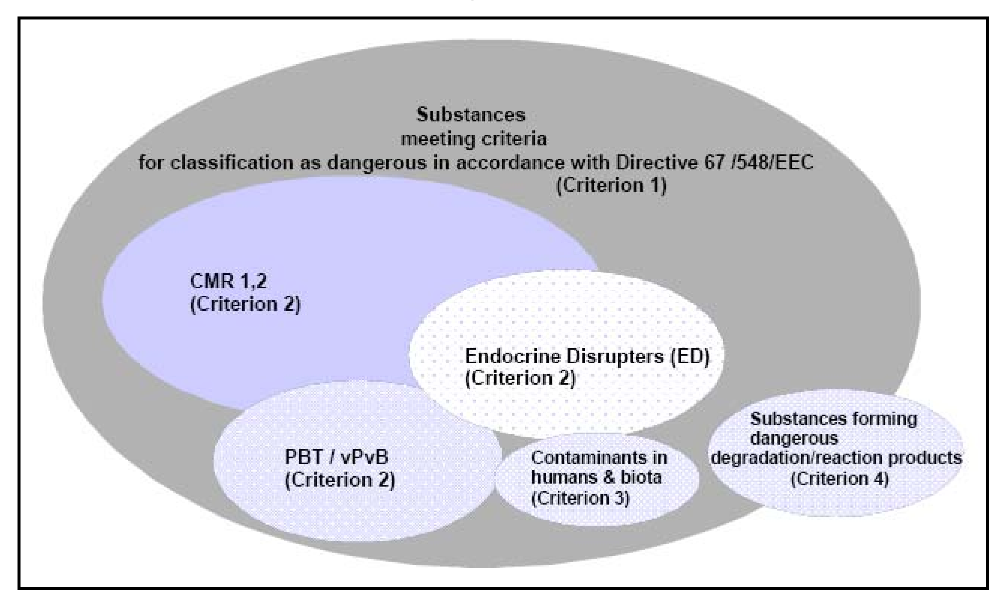


Abbildung 8 Kriterien für die gefährlichen Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten (Quelle: Groß et al. 2008)

Die erste Inventur der gefährlichen Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten ergab, dass 64 Substanzen und Substanzgruppen (z.B. kurzkettige Chlorparaffine) die Kriterien der gefährlichen Substanzen erfüllen, wie sie in der EU-Direktive 67/548/EEC beschrieben sind. Durch Anwendung der weiteren Inventarkriterien (Punkt 2 und 3) wurden weitere 14 Substanzen identifiziert, die als gefährliche Substanzen hoher Priorität klassifiziert werden können. Ein paar Beispiele der identifizierten gefährlichen Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten sind:

Tabelle 4 Beispiele Gefährlicher Substanzen hoher Priorität in EEE, die die Kriterien der Direktive 67/548/EEC für gefährliche Substanzen erfüllen (Quelle: Groß et al. 2008)

Substanz	Anwendung in EEE	Menge in EEE (t/a in EU)
Tetrabromo bispenol A (TBBP-A)	Reactive FR in epoxy and polycarbonate resin, Additive FR in ABS	40 000
Hexabromocyclodecane (HBCDD)	Flame retardant in HIPS, e.g. in audio-visual equipment, wire, cables	210
Medium-chained chlorinated paraffins (MCCP) (Alkanes, C14-17, chloro)	Secondary plasticizers in PVC; flame retardants	Total use: up to 160 000, however no data available on share of EEE applications
Short-chained chlorinated paraffins (SCCP) (Alkanes, C10.13, chloro)	Flame retardant	No reliable data available
…….	…….	……….

Eine Studie des schwedischen Forschungsinstituts ChemSec – the International Chemical Secretariat zeigt aber, dass es momentan 155 Produkte der RoHS-Kategorie 3, sprich Informations- und Kommunikationstechnologie, auf dem Markt gibt, die frei oder annähernd frei von bromierten Flammschutzmitteln und PVC sind (ChemSec 2010), darunter 46 tragbare Computer. Einige Beispiele solcher tragbarer Computer sind in Abbildung 9 zu sehen:

HP	Notebook/laptop	ProBook 5310m			*	*
Acer	Notebook/laptop	Aspire Timeline 3811TZ			*	*
Acer	Notebook/laptop	Aspire Timeline 3811TZG				
Acer	Notebook/laptop	Aspire Timeline 3811T				
Acer	Notebook/laptop	Asprie Timeline 3811TG				
Dell	Notebook/laptop	ALL	*	*	*	*
Dell	Notebook/laptop	Latitude Z Laptop				
Dell	Notebook/laptop	Adamo XPS 13 laptop				
Dell	Notebook/laptop	Latitude E4200				
Nokia	Mini laptop	Booklet 3G			*	*
Asus	Notebook/laptop	Eee PC 900A				
LG Electronics	Notebook/laptop	ALL	*	*	*	*
Lenovo	Notebooks	ALL	*	*	*	*
Samsung	Notebooks	ALL			*	*
Sony	Laptop	ALL (VAIO)				
Sony	Laptop	VAIO L-series				
Sony	Laptop	VAIO P-series				
Sony	Laptop	VAIO X-series				
Sony	Laptop	VAIO T-series				
Sony	Laptop	VAIO SR-series				
Sony	Laptop	VAIO A-series				
Sony	Laptop	VAIO F-series				
Sony	Laptop	VAIO S-series				

Products free from brominated flame retardants (BFRs) or PVC as defined by industry.

Products/product almost free from brominated flame retardants/PVC (with some remaining brominated flame retardants or PVC-containing components/parts).

No information found through this web-based research March/April 2010.

Not covered by this web-based research March/April 2010.

* All products within the category from this company are completely free from brominated flame retardants or PVC.

ALL All new products put on the market, or that will be on the market by 2014, within the category from this company are free or almost free from brominated flame retardants or PVC.

Abbildung 9 Ausschnitt aus der ChemSec-Studie (Quelle: ChemSec 2010)

4.3 Lärm

Neben Lüftern (z.B. CPU-Lüfter, Netzteillüfter, Systemlüfter) sind optische und Festplattenlaufwerke eine Lärmquelle in tragbaren Computern. Insbesondere kann sich ein hoher Geräuschpegel störend auf die Nutzung – beispielsweise den Konsum von Filmen und Musik – auswirken.

Mit der Steigerung der Rechenleistung bei Prozessoren und Grafikkarten steigen oftmals auch der Energieverbrauch und die Wärmeentwicklung der Systeme an. Hoher Energieverbrauch und Wärmeentwicklung gehen durch die zur Reduzierung der Wärme eingebauten Lüfter mit der Erhöhung des Geräuschpegels einher. Um die Mobilität der tragbaren Computer nicht zu beschränken, muss aber gleichzeitig auf geringes Gewicht sowie geringe Größe geachtet werden. Deswegen gewinnt eine effiziente Kühlung bei tragbaren Computern immer mehr an Bedeutung. Dem wird einerseits bei der Gestaltung der Gehäuse Rechnung getragen, indem größere Luftöffnungen in direkter Nähe von Prozessor und

Grafikkarte eingeplant werden. Andererseits wird auch versucht, dem Problem über besonders leise oder besonders gut geregelte Lüfter sowie Kühlkörper aus Aluminium zu begegnen. Der systemische Ansatz – Prozessoren mit optimiertem Energiemanagement auszustatten und so die entstehende Wärme zu reduzieren – wird ebenfalls verfolgt.

Die meisten Netbooks kommen ohne optische Laufwerke aus und besitzen schwache Atomprozessoren. Deswegen ist der Lärmpegel bei Netbooks sehr gering: Messungen der Zeitschrift c't haben ergeben, dass selbst bei Volllast des Prozessors die Geräte in der Regel unter 0,3 Sone bleiben (c't 14/2010). Es gibt sogar einzelne Modelle, die lüfterlos arbeiten (Quack et al. 2009). Die so genannten „Dünn und leicht" tragbaren Computer der CULV-Schiene mit einem Doppelkernprozessor erzeugten in einem Test der Computerzeitschrift c't zwischen 0,3 bis 2,0 Sone unter Prozessorlast (c't 19/2009). Im selben Test erzeugten die Geräte mit Einkernprozessoren zwischen 0,4 bis 1,9 Sone unter Prozessorlast. Selbst im Betrieb einer Festplatte war der Geräuschpegel aller getesteten Geräte zwischen 0,3 und 0,5 Sone (c't 19/2009). Die tragbaren Computer der Business-Klasse mit Core i5-Prozessoren verursachten zwischen 0,5 und 3,0 Sone unter Prozessorlast (c't 13/2010; c't 11/2010a).

4.4 Lebensdauer und Bedeutung der Langlebigkeit

Es gibt keine gesicherten Daten zur Nutzungsdauer von Computern in privaten Haushalten. In der Literatur werden Nutzungsdauern zwischen zwei und sechs Jahren angegeben (NSC 1999; Morf et al. 2002; Kamburow 2004; Schischke et al. 2003; Reichart und Hischier 2001). Für den Gebrauch in Unternehmen erscheint in Deutschland die Annahme einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von PCs und Peripheriegeräten von drei Jahren angemessen, da die steuerlich maßgebliche Nutzungsdauer und damit die mögliche Abschreibung für Abnutzung (AfA, vgl. urbs 2005) einen Zeitraum von drei Jahren vorsieht. Für private Haushalte erscheint eine durchschnittliche Nutzungsdauer von drei Jahren allerdings zu kurz. Insgesamt ist zu erwarten, dass die Endgeräte in Privathaushalten nach einer ersten Nutzungsphase einer Zweitnutzung zugeführt werden (z.B. im Kinderzimmer) und so die Lebensdauer verlängert wird. Untersuchungen in japanischen Haushalten haben ergeben, dass PCs in der Regel drei Jahre genutzt werden und dann weitere drei Jahre herumstehen bevor über ihre Weiterverwendung entschieden wird.

Diverse Studien zu den Umweltbelastungen auf dem Lebensweg von Elektronikgeräten zeigen mit aller Deutlichkeit, dass sich über die Verlängerung der Lebensdauer der jeweiligen Geräte massive Reduktionspotentiale der Umweltbelastung eröffnen (siehe u.a. Choi et al. 2006; EuP 2007). Dies kann damit begründet werden, dass die Herstellungsphase bei Computern im Gegensatz zu vielen anderen Produkten fast ebenso stark ins Gewicht fällt wie die Nutzungsphase.

Folgende Möglichkeiten sind dabei relevant:

- Die Erstnutzung sollte über einen möglichst langen Zeitraum erfolgen.
- Die Zweitnutzung (+ etwaige Folgenutzungen) sollte ermöglicht werden.

Bezogen auf die Erstnutzung spielen für die Langlebigkeit vor allem drei Aspekte eine Rolle:

- **Aufrüstbarkeit**[29] (ohne viel Aufwand). Relevant sind die Aufrüstbarkeit von Arbeitsspeicher, Prozessor, Festplatte, Grafikkarte, Laufwerke. Außerdem bieten USB 2.0-Schnittstellen eine sehr gute Möglichkeit der Nachrüstung.
- **Garantiezeit.**[30] Hier gibt es verschiedene Varianten, die für den Endverbraucher mehr oder weniger komfortabel sind (Geräte-Austausch-Service, Bring-in-Service etc.).
- **Reparaturmöglichkeit**. Vorhaltung von Ersatzteilen über die Garantiezeit des Geräts hinaus.

[29] In tragbaren Computern ist die Aufrüstbarkeit über den Arbeitsspeicher und die Festplatte hinaus in seltenen Fällen möglich.

[30] Es soll zwischen einer Gewährleistung und einer Garantie unterschieden werden:
Gewährleistung: Seit dem 1. Januar 2002 müssen Händler laut Gesetz eine 24-monatige Gewährleistung auf Verbrauchsgüter bieten. Diese besagt, dass der Händler dem Kunden eine sachmängelfreie Ware verkauft hat. Ist sein Produkt zum Zeitpunkt des Verkaufs nicht fehlerfrei, muss er für die Mängel zwei Jahre lang einstehen. Der Kunde hat dann zum Beispiel das Recht auf Nachbesserung, auf Minderung des Kaufpreises oder auf Rücktritt vom Kaufvertrag. Während der ersten sechs Monate liegt die Beweislast beim Verkäufer, danach geht sie auf den Käufer über. Ein privater Verkäufer kann die Gewährleistung ausschließen, ein gewerblicher Händler dagegen nicht. Ein Recht auf Gewährleistung hat auch, wer einen gebrauchten Gegenstand kauft – in diesem Fall allerdings nur ein Jahr.

Garantie: Im Gegensatz zur Gewährleistung wird die Garantie vom Hersteller geleistet und geht über die gesetzlich geregelte Gewährleistungspflicht hinaus. Es handelt sich um eine freiwillige Zusatzleistung, die das Versprechen beinhaltet, dass die Ware oder bestimmte Teile eine gewisse Zeit halten. Bei Geräten mit Garantie können Käufer üblicherweise Reparatur oder Ersatz fordern. Der genaue Garantieumfang (Zeitdauer und Art des Services) ist jeweils individuell geregelt. Sofern beim Kauf eines Gebrauchtgeräts die Garantiedauer noch nicht abgelaufen ist, kann diese bis zum Ablauf der Frist weiterhin in Anspruch genommen werden.

5 Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung

Mit der orientierenden Ökobilanz sowie der Analyse der Lebenszykluskosten werden die Umweltauswirkungen und die Lebenszykluskosten von tragbaren Computern ermittelt. Die Ergebnisse bieten eine Orientierungshilfe bei der Frage, wo die Verbesserungspotentiale in dieser Produktgruppe liegen.

5.1 Ökobilanz

Im Folgenden werden die Ergebnisse einer orientierenden Ökobilanz von tragbaren Computern dargestellt. Datengrundlage für die Herstellung und Entsorgung bildet dabei die vom Öko-Institut durchgeführte PROSA-Studie zu Netbooks[31] sowie die EuP-Studie zu Computern, die im Rahmen der EU-Ökodesign-Richtlinie für energiebetriebene Produkte erstellt wurde.[32] Für die Nutzungsphase wurden diese Daten mit Angaben zum deutschen Strom-Mix verknüpft.

5.1.1 Funktionelle Einheit

Die der orientierenden Ökobilanz zugrunde gelegte funktionelle Einheit ist die jährliche Nutzung eines tragbaren Computers in einem privaten Zwei-Personen-Haushalt. Dafür wird ein durchschnittlicher tragbarer Computer spezifiziert, der zwar nicht das derzeit typische marktübliche Gerät widerspiegelt, aber für eine orientierende Ökobilanz völlig ausreichend ist. Die den Berechnungen zugrunde gelegte Lebensdauer von 5,6 Jahren für tragbare Computer wurde von der EuP-Studie zu Computern übernommen. Darin ist auch das so genannte ‚second life' von Computern berücksichtigt.

Folgende Gerätespezifikation, wie sie in der EuP-Studie zu Computern beschrieben wurden, wurde den Berechnungen der Ökobilanz zugrunde gelegt:

- Lebensdauer für tragbare Computer: 5,6 Jahre (inklusive second life),
- 15 Zoll Bildschirm,
- 1,7 GHz Prozessor,
- dreidimensionale Grafikleistung,
- 60 GB HDD,
- 512 MB RAM,
- Gewicht: 2,8 kg.

---

[31] Quack, D., Brommer, E., Grießhammer, R., Lüders, B. PROSA-Kurzstudie – Tragbare Kleincomputer (Netbooks) – Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen, Öko-Institut 2009

[32] Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs, Lot 3: Personal Computers (desktops and laptops) and Computer Monitors, 2007

5.1.2 Systemgrenzen

Folgende Teilprozesse werden bei der orientierenden Ökobilanz berücksichtigt:

- Herstellung und Distribution eines tragbaren Computers,
- Nutzung des Geräts in einem privaten Zwei-Personen-Haushalt über ein Jahr,
- Entsorgung des tragbaren Computers.

Herstellung und Distribution

Die Daten zur Herstellung eines tragbaren Computers wurden, wie bereits erwähnt, der PROSA-Studie zu Netbooks sowie der EuP-Studie zu Computern entnommen, die die Materialzusammensetzungen von tragbaren Computern und die daraus resultierenden Umweltauswirkungen beinhalten. Allgemein ist anzumerken, dass durch die verschiedenen Abschätzung und Annahmen die Ergebnisse in Bezug auf die Produktgruppe mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet sein können. Für die orientierende Ökobilanz in der vorliegenden Studie hat das jedoch keine negativen Auswirkungen.

Nutzung

Um die Umweltauswirkungen der Nutzungsphase zu berechnen wurde der Energieverbrauch von einem effizienten, einem ineffizienten und einem durchschnittlichen tragbaren Computer ermittelt. Grundlage dafür bildet die ENERGY STAR Datenbank der Europäischen Gemeinschaft[33]:

Wie unter Kapitel 4.1 bereits erläutert, hängt der Energieverbrauch eines tragbaren Computers von der Ausstattung und der Konfiguration des Geräts ab. Die Version 5.0 der Energy Star ® Anforderungen differenzieren deswegen Kategorie A, B und C für tragbare Computer, um die Grenzwerte für den Energieverbrauch (kWh/ Jahr) zu bestimmen.

Zur Berechnung des Energieverbrauchs in der Nutzungsphase wurden die Geräte der ENERGY STAR Datenbank (Zugriff: August 2010) zuerst nach den Kategorien A, B und C sortiert. Danach wurden die Geräte in ihrer Grundausstattung ausgewählt, um typische Energieverbrauchstrends zu analysieren und die effizientesten, die ineffizientesten und die durchschnittlichen Geräte pro Kategorie zu definieren. Folgende Tabelle 5 zeigt die Anzahl der Geräte, die für die jeweilige ENERGY STAR Kategorie ausgewählt wurden:

[33] http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product.showProductGroup&pgw_code=CO; Zugriff: August 2010

Tabelle 5 Auswahl der Geräte (in Grundausstattung) aus der ENERGY STAR Datenbank (August 2010)

Kategorien ENERGY STAR für tragbare Computer	Anzahl der Geräte in der Grundausstattung (n)
A	1.189
B	263
C	9

Der Energieverbrauch der Geräte wird bei ENERGY STAR als TEC-Wert angegeben.[34] Die Grenzwerte werden mit der folgenden Formel berechnet:

$E_{TEC} = (8760/1000) * (P_{off} * T_{off} + P_{sleep} * T_{sleep} + P_{idle} * T_{idle})$,

wobei alle Px-Werte (Leistungsaufnahme) in W und alle Tx-Werte (Zeit) in % der Nutzung pro Jahr angegeben werden.

E_{TEC} wird in kWh angegeben und zeigt den jährlichen Energieverbrauch bezogen auf die prozentuale Nutzungsdauer pro Modus.

Zur Ermittlung der TEC-Grenzwerte für jede Gerätekategorie wird ein typisches Nutzerverhalten definiert. Das Nutzerverhalten wird in der folgenden Tabelle 6 anhand der Gewichtungen für die einzelnen Betriebsmodi festgelegt.

Tabelle 6 Gewichtung der Betriebsmodi – Notebook

	Nutzung (%)
T_{Off}	60
T_{Sleep}	10
T_{Idle}	30

Mit der Analyse der ENERGY STAR Datenbank konnten für jede Kategorie die effizientesten, die ineffizientesten und die durchschnittlichen Geräte identifiziert werden (Tabelle 7).

[34] TEC steht für „Total Energy Consumption (Gesamtenergieverbrauch) und ist ein Wert für die Prüfung und den Vergleich der Energieeffizienz von Computern, das den typischen Energieverbrauch eines Produkts im Normalbetrieb über einen repräsentativen Zeitraum wiedergibt. Für Notebooks ist das beim TEC-Ansatz verwendete Schlüsselkriterium ein in Kilowattstunden (kWh) gemessener Wert für den typischen jährlichen Stromverbrauch eines Computers (kWh/a), wobei Messungen durchschnittlicher Betriebsmodus-Leistungsaufnahmeniveaus zugrunde gelegt werden, die an ein angenommenes typisches Nutzungsmuster (Betriebszeit) angepasst werden.

Tabelle 7 TEC-Werte (kWh/a) der effizientesten, der ineffizientesten und der durchschnittlichen Geräte pro ENERGY STAR Kategorie (in Grundausstattung)

	Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C
	[kWh/a]		
Effizientestes Gerät	13,1	17,7	39,4
Ineffizientestes Gerät	39,9	52,5	86,7
Durchschnittsgerät	30,1	40,2	68,5
Grenzwert ENERGY STAR	40,0	53,0	88,5

Wie aus der Tabelle 7 hervorgeht, lassen sich mit der Nutzung eines effizienten Geräts deutliche Einspareffekte erzielen. Durch den Ersatz eines Durchschnittsgeräts mit einem effizienten Gerät können sowohl bei der Kategorie A als auch bei Kategorie B rund 56 Prozent eingespart werden. Bei Geräten der Kategorie C können Einspareffekte von 42 Prozent erreicht werden.

An dieser Stelle muss noch betont werden, dass es sich bei dieser Bewertung um die Produkte handelt, die mit dem Label Energy Star gekennzeichnet worden sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich auf dem Markt noch viele weitere Produkte befinden, die ineffizienter sind als die derzeit mit dem Energy Star gekennzeichneten Produkte.

Entsorgung

Seit dem 1. Juli 2006 verbietet das Elektro- und Elektronikgerätegesetz[35] (Umsetzung der EU-Richtlinien 2002/96/EG[36] und 2002/95/EG[37] in Deutsches Recht) Geräteherstellern, Blei, Cadmium, Quecksilber, bestimmte Chromverbindungen oder bromhaltige Flammschutzmittel zu verwenden. Außerdem dürfen Altgeräte oder auch Einzelteile nicht im Restmüll entsorgt werden, sondern müssen bei den jeweiligen Sammelstellen kostenfrei abgegeben werden.

5.1.3 Betrachtete Wirkungskategorien

Folgende Wirkungskategorien werden in der orientierenden Ökobilanz betrachtet (Erläuterungen zu den Wirkungskategorien siehe Anhang):

- Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA),
- Treibhauspotential (GWP),

---

[35] Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, BGBl, 2005, Teil I, Nr. 17 (23.05.2005)

[36] Directive on Waste from Electrical and Electronic Equipment, RL 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Elektro- und Elektronik-Altgeräte vom 27.01.2003

[37] Directive on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten, ABl Nr. L 37, 13.02.2003

- Versauerungspotential (AP).

Die Wirkungskategorien Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Langlebige organische Schadstoffe (POP) werden in der Ökobilanzbewertung nicht berücksichtigt, da die Datenlage bei Desktop-PCs noch mit großer Unsichersicht behaftet ist.

Insgesamt ist die Datenlage zu Umweltauswirkungen der Computer-Herstellung und Entsorgung momentan noch mangelhaft. Außerdem kann von einer breiten Streuung der Daten ausgegangen werden, je nachdem in welchem Land und mit welcher Technologie die einzelnen Komponenten hergestellt werden. Williams (2005) ermittelte um den Faktor 8 unterschiedliche Energiebedarfe für die Produktion. So hat China vergleichsweise hohe Energiebedarfe im Gegensatz zu Japan. Unbefriedigend ist die Datenlage auch bezüglich human- und ökotoxischer Wirkungen sowie der Gewinnung von seltenen Metallen.

Auf der anderen Seite sind nicht nur der geographische Produktionsstandort und die angewandte Technologien ausschlaggebend für die Unterschiede in den Umweltauswirkungen in der Herstellungsphase. Prakash et al. (2010b) und Andrae und Anderson (2010) vermuten, dass die breite Streuung in den Umweltauswirkungen der Herstellungsphase durch die unterschiedlichen Datengrundlagen, die Auswahl der Systemgrenzen und die Nutzung unterschiedlicher IKT-Datenbanken zurückzuführen ist. Andrae und Anderson (2010) vergleichen die lebenszyklusbezogenen Treibhausgasbilanz (CO_2e.) der tragbaren Computer in vier verschiedenen Studien, wie in Abbildung 10 dargestellt:

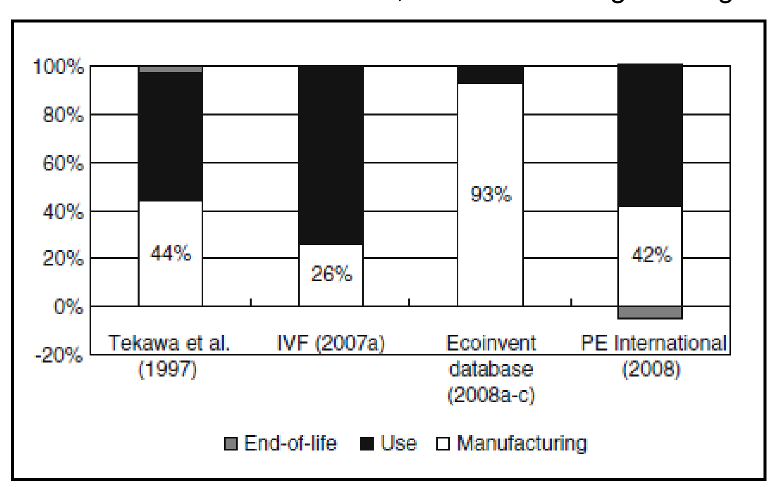


Abbildung 10 CO_2e über den Lebensweg der tragbaren Computer (Quelle: Andrae und Anderson 2010)

Abbildung 10 zeigt, dass die Herstellungsphase eines tragbaren Computers für 93% der Gesamttreibhausgasemissionen (CO_2e) zuständig ist, wenn die Datengrundlage der Ecoinvent Datenbank angewendet wird. Auf der anderen Seite macht die Herstellungsphase nur 26% der Gesamttreibhausgasemissionen (CO_2e) aus, wenn die EuP-Studie die Datengrundlage der Berechnung bildet. Die folgende Tabelle 8 fasst die wesentlichen Ergebnisse verschiedener Studien zur Berechnung der Gesamttreibhausgasemissionen (CO_2e) der tragbaren Computer zusammen:

Tabelle 8 Vergleich verschiedener Treibhausgasbilanzen der tragbaren Computer (Quelle: Andrae und Anderson 2010)

Beschreibung des Geräts	**Gewicht (Kg/Stück)**	**Kg CO_2e./ Stück**	**Kg CO_2e/ Kg**	**Herstellung u. Distribution (%)**	**Nutzung (%)**	**Entsorgung (%)**
Laptop, Europa, IVF (2007a), Wiege bis zur Bahre	2,5	360	140	26,0	74,0	-0,3
Laptop-PC, Schweiz, Ecoinvent (2008 a, b, c), Wiege bis zur Bahre	3,2	660	210	93,0	6,6	0,1
Laptop, Global, PE International (2008), Wiege bis zur Bahre	1,5	410	270	41,0	63,0	-5,0
Laptop-PC, Japan, Tekawa et al. (1997), Wiege bis zur Bahre	k.A.	260		44,0	53,0	3,0
Laptop-PC, China, Lu et al. (2006), Wiege bis zur Bahre	2,3	54	23	k.A.	k.A.	k.A.

Wie aus der Tabelle 8 ersichtlich wird, kann das Ergebnis je nach der Studie und Datengrundlage zwischen 54 Kg CO_2e pro Stück und 660 Kg CO_2e pro Stück variieren. Andrae und Anderson (2010) schlussfolgern, dass die EuP-Studie zu Computern die Treibhausgasbilanz (CO_2e) der Herstellung der elektronischen Komponenten unterschätzt.

Nichtsdestotrotz ist die im Rahmen dieser PROSA-Studie berechnete Ökobilanz an die Daten der Herstellungs- sowie Entsorgungsphase aus der EuP-Studie zu Computern entnommen, da es sich hier nur um eine orientierende Ökobilanz handelt. Allerdings dienen die Berechnungen der lebenszyklusbezogenen Treibhausgasbilanz der anderen Studien, wie Ecoinvent und PE International, dazu, als eine Art Sensitivitätsanalyse der orientierenden Ökobilanzberechnung der PROSA-Studie. Wichtig ist vor allem die Erkenntnis, dass die Herstellungsphase deutlich mehr zu den Gesamtumweltauswirkungen beiträgt als bisher vermutet. O’Connell und Stutz (2010) zeigen, dass die Herstellung weniger Komponenten wesentlich zu den Gesamttreibhausgasemissionen beiträgt. So verursachen die Hauptplatine (das Motherboard), der Bildschirm, das Chassis und der Akku insgesamt 96% aller Treibhausgasemissionen in CO_2e in der Herstellungsphase (Abbildung 11).

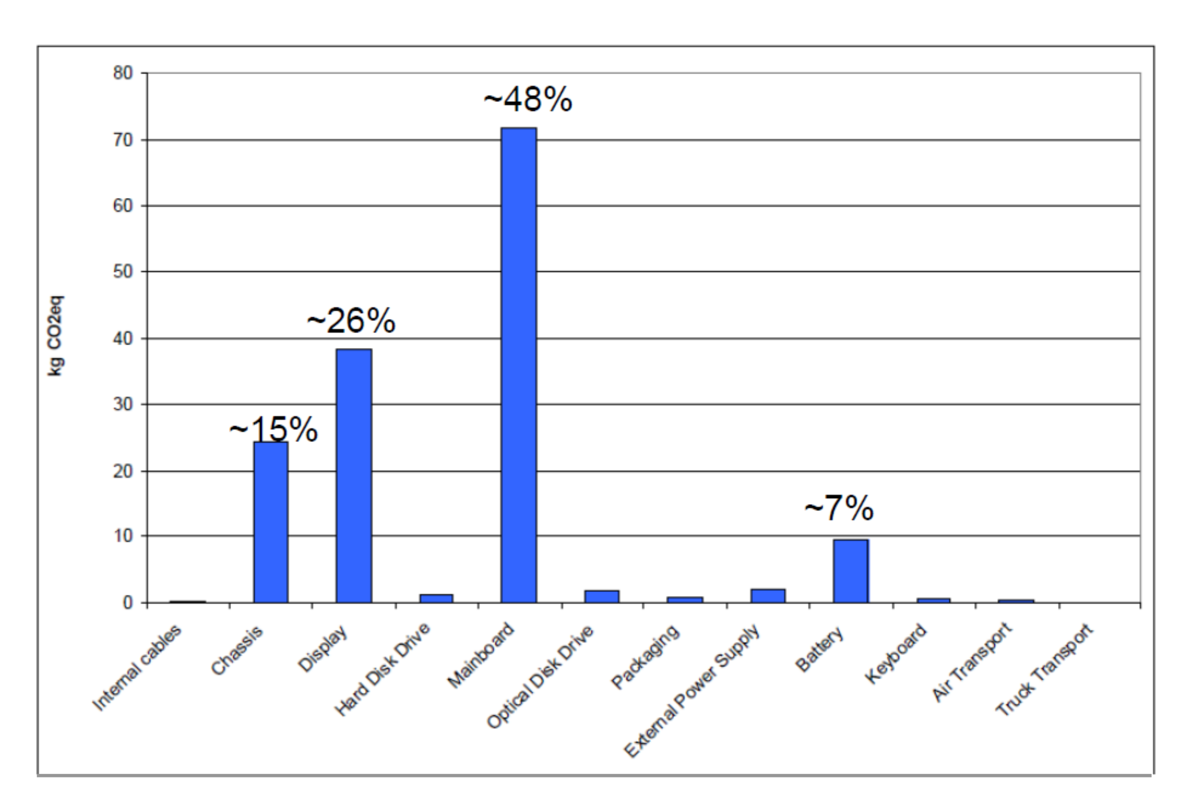


Abbildung 11 Treibhausgasemissionen der Herstellung der Komponenten eines tragbaren Computers (Quelle: O'Connell und Stutz 2010)

In den beiden folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der betrachteten Wirkungskategorien dieser PROSA-Studie dargestellt, die sich auf den gesamten Lebenszyklus des tragbaren Computers beziehen. Wie bereits erwähnt basieren die Daten der Herstellungs- und Entsorgungsphase auf der EuP-Studie zu Computern und der PROSA Studie zu Netbooks, für die Umweltauswirkungen der Nutzungsphase wird der in Tabelle 7 zugrunde gelegte Energieverbrauch angewendet. Die negativen Zahlenwerte bei der Entsorgung stehen für Gutschriften beim Recycling.

Die folgende Tabelle 9 stellt die Ökobilanz-Ergebnisse eines Durchschnittsgeräts dar:

Tabelle 9 Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen eines Durchschnittsgeräts

	KEA [MJ]	GWP [kg CO_2e]	AP [kg $SO_2e.$]
Herstellung	1.388,00	91,00	0,53
Nutzung Kategorie A	2.087,27 (60%)	119,30 (57%)	0,16 (24%)
Nutzung Kategorie B	2.789,27 (67%)	159,42 (64%)	0,22 (31%)
Nutzung Kategorie C	4.750,99 (78%)	271,55 (75%)	0,37 (43%)
Entsorgung	-20,00	-1,00	-0,03
Summe Kategorie A	3.455,27	209,30	0,66
Summe Kategorie B	4.157,27	249,42	0,72
Summe Kategorie C	6.118,99	361,55	0,87

Wie aus Tabelle 9 hervorgeht trägt hauptsächlich die Nutzungsphase zu den Umweltbelastungen bei. 60 bis 78 Prozent des kumulierten Energieaufwands werden in der Nutzungsphase verursacht. Ein ähnlicher Anteil findet sich auch beim Treibhauspotenzial, dort hat die Nutzungsphase je nach Gerätekategorie einen Anteil von 57 bis 75 Prozent. Beim Versauerungspotenzial überwiegt die Herstellungsphase mit einem Anteil von 57 bis 76 Prozent.

Die folgende Tabelle 10 stellt die Ökobilanz-Ergebnisse eines effizienten Geräts dar:

Tabelle 10 Absolute Ergebnisse der Umweltauswirkungen eines effizienten Geräts

	KEA [MJ]	**GWP [kg CO_2e]**	**AP [kg SO_2e]**
Herstellung	1.388,00	91,00	0,53
Nutzung Kategorie A	908,72 (40%)	51,94 (37%)	0,07 (12%)
Nutzung Kategorie B	1.227,81 (47%)	70,18 (44%)	0,10 (17%)
Nutzung Kategorie C	2.733,09 (67%)	156,21 (63%)	0,22 (31%)
Entsorgung	-20,00	-1,00	-0,03
Summe Kategorie A	2.276,72	141,94	0,57
Summe Kategorie B	2.595,81	160,18	0,60
Summe Kategorie C	4.101,09	246,21	0,72

Bei den effizienten Geräten ist der Anteil der Nutzungsphase an den gesamten Umweltbelastungen geringer. Zwischen 40 und 67 Prozent des kumulierten Energieaufwands und zwischen 37 und 63 Prozent des Treibhauspotenzials werden in der Nutzungsphase verursacht. Der Anteil der Nutzungsphase am Versauerungspotenzial ist mit 12 bis 31 Prozent noch geringer.

Weiterhin zeigen diese Berechnungen, dass die Herstellungsphase von tragbaren Computern eine im Vergleich zu anderen Produkten wie Geschirrspülern, Waschmaschinen etc. bedeutendere Rolle für die Umweltbelastung des gesamten Lebenszyklus spielt.

5.2 Analyse der Lebenszykluskosten

In der vorliegenden Studie werden die Kosten aus Sicht der privaten Haushalte berechnet.

Berücksichtigt wurden folgende Kostenarten:

- Investitionskosten (Kosten für die Anschaffung eines tragbaren Computers),
- Betriebs- und Unterhaltskosten
  - Stromkosten,
  - Reparaturkosten,
- Entsorgungskosten.

5.2.1 Investitionskosten

Der Preis für die Anschaffung eines tragbaren Computers hängt stark von der Ausstattung und der Leistung des jeweiligen Geräts ab. Günstige Geräte erhält man bereits ab ca. 300 Euro, für ein High-End-Gerät kann man aber auch bis zu 3.000 Euro ausgeben.

Für die nachfolgenden Berechnungen wurde ein durchschnittlicher Preis von 563 Euro angesetzt. Dieser Preis stellt den Durchschnittspreis für tragbare Computer im ersten Quartal 2010 dar (gfu, BVT, GfK R&T 2010a). Bei der angenommenen Lebensdauer von 5,6 Jahren entspricht das jährlichen Anschaffungskosten von rund 100 Euro.

5.2.2 Stromkosten

Der Strompreis setzt sich in der Regel aus einem monatlichen Grundpreis und einem Preis pro verbrauchte Kilowattstunde zusammen. Mit Hilfe des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs verschiedener Haushaltsgrößen kann ein durchschnittlicher Kilowattstundenpreis bei einem entsprechenden Jahresstromverbrauch errechnet werden. Der Grundpreis wurde mit eingerechnet.

Tabelle 11 gibt einen Überblick über die Strompreise für unterschiedliche Haushaltsgrößen. In den vorliegenden Berechnungen wird mit dem Strompreis für einen durchschnittlichen Haushalt (0,232 €) gerechnet.

Tabelle 11 Strompreise für unterschiedliche Haushaltsgrößen[38]

Haushaltsgröße	kWh-Preis (inkl. Grundgebühr)
Durchschnitt	*0,232 €*
1-Pers-HH	0,247 €
2-Pers-HH	0,231 €
3-Pers-HH	0,225 €
4-Pers-HH	0,223 €

Wendet man diesen Strompreis auf den jährlichen Stromverbrauch der tragbaren Computer an, ergeben sich die daraus resultierenden jährlichen Stromkosten, wie sie in Tabelle 12 dargestellt sind.

[38] Eigene Recherche, Stand: Februar 2009. Die Größe eines durchschnittlichen Haushalts liegt bei 2,08 Personen (Statistisches Bundesamt 2007, www.destatis.de)

Tabelle 12 Jährlicher Stromverbrauch und Stromkosten der betrachteten Geräte

Katego-rie	Stromverbrauch Durchschnittsgerät (kWh/a)	Stromverbrauch effizientes Gerät (kWh/a)	Stromkosten Durchschnittsgerät (€/a)	Stromkosten effizientes Gerät (€/a)
A	30,09	13,1	6,98	3,04
B	40,21	17,7	9,33	4,11
C	68,49	39,4	15,89	9,14

Wie aus Tabelle 12 ersichtlich ist, fallen für das Durchschnittsgerät jährliche Stromkosten zwischen 7 und 16 Euro an, für das effiziente Gerät zwischen 3 und 9 Euro. Dabei ist auch auffällig, dass die Diskrepanz zwischen den Kategorien A und B (26%) wesentlich geringer ist als zwischen den Kategorien B und C (55%).

5.2.3 Reparaturkosten

Die Daten zu den Reparaturkosten wurden der EuP-Studie zu Computern entnommen. Diese geht bei tragbaren Computern davon aus, dass während des gesamten Lebenszyklus eines tragbaren Computers Reparaturkosten in Höhe von 125 Euro für die Hardware anfallen sowie Reparaturkosten für die Software in Höhe von 75 Euro. Damit fallen insgesamt 200 Euro an Kosten an, bezogen auf die angenommene Lebensdauer von 5,6 Jahren bedeutet das Kosten von knapp 36 Euro pro Jahr.

5.2.4 Entsorgungskosten

Seit dem 24. März 2006 sind die Hersteller für die Rücknahme und Entsorgung der Altgeräte (finanz-)verantwortlich. In der vorliegenden Untersuchung werden daher keine zusätzlichen Entsorgungskosten angenommen.

5.2.5 Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse

Die jährlichen Gesamtkosten setzen sich aus den anteiligen Anschaffungskosten sowie aus den Kosten für die Nutzung, also Strom- und Reparaturkosten, zusammen. Sie sind im Folgenden sowohl für die durchschnittlichen tragbaren Computer als auch für die effizienten Geräte dargestellt (vgl. Tabelle 13 und Tabelle 14).

Tabelle 13 Kostenvergleich der durchschnittlichen Gerätetypen bezogen auf ein Jahr

Kategorie	**Anteilige Anschaffungs-kosten[39] [€/a]**	**Nutzung [€/a]**		**Jährliche Gesamtkosten [€/a]**
		Stromkosten	Reparaturkosten	
A	100,54	6,98	35,71	143,23
B	100,54	9,33	35,71	145,58
C	100,54	15,89	35,71	152,14

Wie aus Tabelle 13 hervorgeht, fallen für durchschnittliche tragbare Computer der Kategorie A rund 143 Euro jährliche Gesamtkosten an. Für Geräte der Kategorie B betragen die Gesamtkosten 146 Euro und für tragbare Computer der Kategorie C 152 Euro pro Jahr.

Die nachstehende Tabelle 14 gibt die jährlichen Gesamtkosten für effiziente Geräte an.

Tabelle 14 Kostenvergleich der effizienten Gerätetypen bezogen auf ein Jahr

Kategorie	**Anteilige Anschaffungs-kosten [€/a]**	**Nutzung [€/a]**		**Jährliche Gesamtkosten [€/a]**
		Stromkosten	Reparaturkosten	
A	100,54	3,04	35,71	139,29
B	100,54	4,11	35,71	140,36
C	100,54	9,14	35,71	145,39

Aufgrund des niedrigeren Stromverbrauchs der effizienten Geräte liegen ihre jährlichen Gesamtkosten unter denen der durchschnittlichen Geräte. Mit 139 Euro pro Jahr haben tragbare Computer der Kategorie A die geringsten Gesamtkosten, knapp gefolgt von Kategorie B, wofür 140 Euro an jährlichen Gesamtkosten anfallen. Geräte der Kategorie C haben Kosten in Höhe von 145 Euro und bewegen sich somit in derselben Größenordnung wie durchschnittliche tragbare Computer der Kategorie B.

5.3 Konsumtrends

Der Verkaufserfolg der tragbaren Computer gegenüber klassischen stationären Computern ist klar erkennbar, wie aus Kapitel 2, Markttrends, ersichtlich wird. Immer mehr Verbraucher, sowohl im Privat- als auch im Businessbereich, bevorzugen aufgrund steigender Mobilität, hoher Flexibilität, sinkender Preise, steigender Produktvielfalt, steigender Rechenleistung, schickem Design, geringem Stromverbrauch, steigender Laufzeit der Akkus und geringem Gewicht tragbare Computer gegenüber konventionellen Desktop-PCs. Tragbare Computer werden nicht nur als guter Ersatz zu Desktop-PCs gesehen, sondern bieten auch eine enorme Produktvielfalt für die unterschiedlichsten Nutzergruppen. Beispielweise eignen sich

[39] Der Anschaffungspreis wurde für alle Kategorien der tragbaren Computer gleichgesetzt.

Netbooks gut für die Nutzergruppen, die aufgrund niedriger Preise und geringem Gewicht gerne auf Hardware-Leistungen verzichten.

Auf der anderen Seite gibt es zahlreiche leistungsstarke Alternative, die sogar aufwändige 3-D-Spiele ermöglichen und somit als Spielkonsole funktionieren. Für mobiles Arbeiten mit Schwerpunkt auf Internetnutzung eignen sich ebenfalls die Weiterentwicklungen von tragbaren Computern in Form von Tablet-PCs und Smartphones.

5.4 Nutzenanalyse

Die Analyse des Nutzens wird nach der Benefit-Analyse von PROSA durchgeführt. Dabei werden die drei Nutzenarten *Gebrauchsnutzen*, *Symbolischer Nutzen* und *Gesellschaftlicher Nutzen* qualitativ analysiert. Für die Analyse gibt PROSA jeweils Checklisten vor. Aufgrund der Besonderheiten einzelner Produktgruppen können einzelne Checkpunkte aus Relevanzgründen entfallen oder neu hinzugefügt werden. Die drei Checklisten sind am Anfang des jeweiligen Kapitels wiedergegeben.

5.4.1 Gebrauchsnutzen

Checkliste Gebrauchsnutzen

- ☑ Leistung (Kernanforderungen)
- ☑ Zusatzleistungen
- ☑ bedarfsgerecht
- ☑ Haltbarkeit
- ☑ Zuverlässigkeit in der Funktion
- ☑ Sicherheit/Versorgungssicherheit
- ☑ Service/Reparierbarkeit/Ersatzteile
- ☑ Convenience/Zeit
- ☑ gute Verbraucherinformation
- ☑ Verfügbarkeit

Abbildung 12 Checkliste Gebrauchsnutzen

Bezüglich des Gebrauchsnutzens ergeben sich für tragbare Computer folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile

- Mobilität / mobile Nutzung: Die Geräte sind klein und kompakt dimensioniert, damit sie leicht transportiert und auch unter beengten Verhältnissen genutzt werden können – „*Beispielweise passen die Netbooks in jede Handtasche und auf die ausklappbaren Ablagen in Zügen und Flugzeugen.*“ Außerdem ermöglichen die tragbaren Computer lange Akkulaufzeiten, manchmal bis zu neun Stunden, damit auch unterwegs ohne Stromanschluss gearbeitet werden kann.

- Sinkende Preise: Der Durchschnittspreis für tragbare Computer ist im zweiten Quartal 2010 auf ca. 565 € gesunken. Damit bewegen sich die tragbaren Computer mehr oder weniger in derselben Preisklasse wie Desktop-PCs. Im selben Zeitraum lag der Durchschnittspreis eines Desktop-PCs mit 654 € sogar höher (gfu, BVT, GfK R&T 2010). Netbooks liegen sogar im noch tieferen Preissegment und sind für weniger als 300 € erhältlich.
- Geringer Energieverbrauch und geringe Geräuschemissionen: Tragbare Computer sind im Vergleich zu Desktop-PCs vergleichbarer Ausstattung deutlich energieeffizienter und leiser.
- Online sein: Tragbare Computer bieten – einen WLAN-Zugang vorausgesetzt – den Vorteil, jederzeit und überall online sein zu können und damit rund um die Uhr private und geschäftliche E-Mails bearbeiten oder aktuelle Themen und Nachrichten im Internet recherchieren zu können.
- Rechenleistung: Tragbare Computer sind mittlerweile gleichwertig zu Desktop-PCs, was Prozessorleistung, Grafikkarte, Bildschirmauflösung und Transferraten der Festplatten betrifft.

Nachteile

- Ergonomie: Tragbare Computer sind im Vergleich zu Desktop-PCs selten für längeres Arbeiten am Arbeitsplatz geeignet. Sie erfüllen nicht die gesetzlichen Bestimmungen für Bildschirmarbeitsplätze, da sich zum Beispiel Tastatur und Bildschirm nicht unabhängig voneinander neigen und positionieren lassen – eine Hauptvoraussetzung für die ergonomische Gestaltung eines Computerarbeitsplatzes.
- Auf- und Nachrüstung/Lebensdauer: Die tragbaren Computer lassen sich – mit Ausnahme von Arbeitsspeicher und Festplatte – nicht aufrüsten. Damit ist die Möglichkeit, tragbare Computer durch den Austausch weniger Komponenten auf den aktuellsten technischen Stand zu bringen, viel geringer als bei den Desktop-PCs. Außerdem ist die Lebensdauer der tragbaren Computer kürzer im Vergleich zu Desktop-PCs.
- Schäden: Tragbare Computer sind viel anfälliger als Desktop PCs, was das Auftreten von Schäden angeht. Wenn beispielweise einmal Flüssigkeit über die Tastatur eindringt, muss der tragbare Computer in der Regel durch einen neuen ersetzt werden. Bei einem Desktop-PC reicht in der Regel ein Austausch der separaten Tastatur aus. Tragbare Computer sind – aufgrund ihrer häufigen mobilen Verwendung – auch häufiger Sturzschäden und Diebstahl ausgesetzt als die stationären Desktop-PCs. Insbesondere im Falle eines Diebstahls drohen zudem noch der Verlust und/oder der Missbrauch persönlicher Daten.

- Reparatur: Die Reparaturfähigkeit der tragbaren Computer ist viel komplizierter und benötigt oft Expertenwissen. Herstellergarantien mit Vor-Ort-Service sind mit Zusatzkosten verbunden. Schickt man das Gerät zur Reparatur in die Werkstatt, dauert es je nach Hersteller zwischen 6 und 14 Tage, bis man es wieder bekommt. Oft brauchen die Hersteller mehr als einen Anlauf für die Reparatur, das heißt, man muss das Gerät im schlimmsten Fall erneut in die Werkstatt schicken. Zuletzt sind telefonischer oder Online-Support in vielen Fällen mit langen Wartezeiten und oftmals beträchtlichen Telefonkosten verbunden.
- Akku: Der Lithiumionen-Akku hat eine geringe Lebensdauer. Je nach Verbraucherverhalten kann die Lebensdauer eines Akkus nur wenige Monate betragen (c't 11/2010b). Zudem gelten Akkus als Verbrauchsmaterialien mit einer Gewährleistung von lediglich sechs Monaten, eine Garantie gibt es nur in seltensten Fällen. Die originalen Ersatzakkus für tragbare Computer sind teuer und kosten in der Regel einen dreistelligen Euro-Bereich.

5.4.2 Symbolischer Nutzen

Checkliste Symbolischer Nutzen

- ☑ Äußere Erscheinung /Design/ Geschmack/ Haptik/Akkustik o.ä.
- ☑ Prestige/Status
- ☑ Identität/Autonomie/Entfaltung
- ☑ Kompetenz
- ☑ Sicherheit/Vorsorge/Sorge für Andere
- ☑ Privatheit
- ☑ Sozialer Kontakt/Gemeinschaftspflege
- ☑ Genuss/Vergnügen/Freude/Erlebnis
- ☑ Kompensation/Belohnung
- ☑ Konsonanz mit gesellschaftlichen, religiösen oder ethischen Meta-Präferenzen

Abbildung 13 Checkliste Symbolischer Nutzen

Viele Hersteller von tragbaren Computern werben mit bunt oder edel gestalteten Gehäusen und machen den Besitz eines tragbaren Computers zum Prestigeobjekt. Außerdem erzeugen tragbare Computer mit Touchscreen und/oder drehbarem Bildschirm eine gewisse Aufmerksamkeit. Sehr dünne und leichte tragbare Computer sehen im Vergleich zu großen und schweren Computern schick aus und dienen zum Teil als eine Art Statussymbol.

5.4.3 Gesellschaftlicher Nutzen

Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

- ☑ Armutsbekämpfung
- ☑ Grundbedürfnis Ernährung
- ☑ Grundbedürfnis Wohnen
- ☑ Grundbedürfnis Gesundheit
- ☑ Information und Bildung
- ☑ Friedenssicherung
- ☑ Klimaschutz
- ☑ Biodiversität
- ☑ Qualifizierte Arbeitsplätze
- ☑ Gesellschaftliche Stabilität

Abbildung 14 Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

Tragbare Computer sind vor allem aus zwei Gründen von gesellschaftlichem Nutzen:

- Zum einen sind tragbare Computer besonders energieeffiziente Geräte, die im Vergleich zu anderen Produktalternativen (Desktop-PCs) Energie sparen und zum Klimaschutz beitragen.
- Zum anderen vermeiden tragbare Computer für Nutzer mit geringeren Einkommen hohe Stromrechnungen.

5.4.4 Zusammenfassung der Nutzenanalyse

Die Ergebnisse der Nutzenanalyse sind in Tabelle 15 zusammengefasst.

Tabelle 15 Zusammenfassung der Nutzenanalyse

Nutzen	Produktspezifische Aspekte
Gebrauchsnutzen	
Handhabung und Transport	Die Geräte sind kompakt dimensioniert, dass sie leicht transportiert und auch unter beengten Verhältnissen genutzt werden können
Sinkende Preise	Der Durchschnittspreis eines tragbaren Computers war sogar niedriger als eines Desktop PCs im zweiten Quartal 2010
Geringe Stromkosten durch geringen Energieverbrauch	Tragbare Computer sind in der Regel energieeffizienter als herkömmliche Desktop-Rechner.
Geringe Geräuschemissionen	Tragbare Computer sind in der Regel leiser als herkömmliche Desktop-Rechner.
Ausreichende Rechenleistung	Für fast alle Anwendungen haben die tragbaren Computer ausreichende Konfiguration. Sie sind damit ein guter Ersatz zu oft überdimensionierten und verbrauchshungrigen Desktop PCs.
Symbolischer Nutzen	
Design	Mit bunt oder edel gestalteten Gehäusen, dünnes und flaches Gehäuse, Touchscreen und drehbarem Display werden die tragbaren Computer zum Prestigeobjekt.
Gesellschaftlicher Nutzen	
Klimaschutz	Senkung des Energieverbrauchs durch den geringen Energieverbrauch.
Entlastung für niedrigere Einkommensschichten	Geringer Stromverbrauch führt zu niedrigeren Stromrechnungen

6 Gesamtbewertung und Ableitung der Vergabekriterien

Für die Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen für die tragbaren Computer ist es zuerst notwendig, den Geltungsbereich fundiert festzulegen. Ausgehend von den beobachteten Technologietrends (siehe Kapitel 3) ist festzustellen, dass eine Kategorisierung mit Hilfe genauer Hardwarespezifikationen (Prozessor, Grafikkarte und Arbeitsspeicher) möglich ist. Die Version 5.0 der Energy Star ® Anforderungen unterschiedet tatsächlich auf der Basis der Hardwareausstattung drei Kategorien der tragbaren Computer. Deshalb ist anzuraten, analog zum Vorgehen beim Energy Star den Geltungsbereich mithilfe der Funktionsbeschreibung festzulegen.

Bezüglich konkreter Anforderungen für die Vergabe eines Umweltzeichens für tragbare Computer werden in den folgenden Kapiteln die bestehenden Vergabegrundlagen verschiedener Umweltzeichen analysiert.

6.1 Übersicht der analysierten Umweltzeichen

6.1.1 Energy Star

Die aktuelle Version des Energy Stars für Computer (Energy Star Program Requirements for Computers Version 5.0) unterscheidet drei Kategorien A, B und C der tragbaren Computer (für die Beschreibung der Kategorien siehe Kapitel 4.1, Energieverbrauch). Dabei gelten folgende Anforderungen, die als TEC in kWh pro Jahr angegeben werden:



E_{TEC}-Anforderung — Tischcomputer und Notebook-Computer		
	Tischcomputer und integrierte Tischcomputer (kWh)	Notebook-Computer (kWh)
TEC	Kategorie A: ≤ 148,0 Kategorie B: ≤ 175,0 Kategorie C: ≤ 209,0 Kategorie D: ≤ 234,0	Kategorie A: ≤ 40,0 Kategorie B: ≤ 53,0 Kategorie C: ≤ 88,5
Funktionsspezifische Anpassungen		
Speicher	1 kWh (je GB über Grundspeicher) *Grundspeicher:* Kategorien A, B und C: 2 GB Kategorie D: 4 GB	0,4 kWh (je GB über 4)
Premium-Grafikkarte *(für diskrete GPUs mit bestimmter Framebufferbreite)*	Kategorien A und B: 35 kWh (Framebufferbreite ≤ 128-bit) 50 kWh (Framebufferbreite > 128-bit) Kategorien C und D: 50 kWh (Framebufferbreite > 128-bit)	Kategorie B: 3 kWh (Framebufferbreite > 64-bit)
Zusätzl. interner Speicher	25 kWh	3 kWh

Abbildung 15 Energieeffizienzanforderungen der Energy Star Version 5.0 für Computer

Wie aus Abbildung 15 ersichtlich wird, liegt der Grenzwert für die Kategorie A bei 40,0 kWh, für die Kategorie B bei 53,0 kWh und für die Kategorie C bei 88,5 kWh. Diese Grenzwerte gelten für die Geräte in deren Grundausstattung, wie sie in den jeweiligen Kategorien festgelegt wurden (siehe Kapitel 4.1). Die Energy Star Spezifikationen schlagen den Grenzwerten bei so genannten funktionsspezifischen Anpassungen, auch Leistungsupgrades genannt, „Bonus KWh" zu. Beispielsweise werden zum Grundgrenzwert eines tragbaren Computers 0,4 kWh pro aufgerüsteten Gigabyte (GB) Arbeitsspeicher hinzugefügt. Außerdem werden weitere 3 kWh hinzugefügt, wenn eine externe Grafikkarte vorhanden ist, deren Bildspeicher größer ist als 64 bit.

Im Rahmen dieser PROSA-Studie wurde die Energy Star Datenbank (Zugriff: August 2010) zur Identifizierung der effizienten, ineffizienten und durchschnittlichen Geräte herangezogen. Dabei wurden 1.189 Geräte der Kategorie A, 263 Geräte der Kategorie B und 9 Geräte der Kategorie C in der Grundausstattung ausgewertet.

Setzt man voraus, dass ein Umweltzeichen das Ziel hat, auf die ca. 20-30% der besten der am Markt erhältlichen Produkte anwendbar zu sein, scheint es sinnvoll, dass der Grenzwert für den jährlichen Energieverbrauch eines tragbaren Computers die TEC-Anforderungen der ENERGY STAR Version 5.0 um einen gewissen Prozentsatz übertreffen soll. Dabei wird angenommen, dass die Marktabdeckung der Geräte der Energy Star Datenbank kontinuierlich steigt und zum Zeitpunkt der Einführung des Umweltzeichens bereits einen ausreichenden Anteil aufweist. Die folgende Abbildung 16 zeigt die erwartete Marktabdeckung der Energy Star Geräte.

	Tier I ENERGY STAR Computers v4.0	Tier II ENERGY STAR Computers v5.0
Computer Product	Jan-11	Jan-13
All Computers	89%	95%
Notebook All	74%	79%
Notebook Category A	95%	95%
Notebook Category B	66%	76%
Notebook Category C	66%	67%
Desktop All	95%	95%
Desktop Category A	89%	89%
Desktop Category B	95%	95%
Desktop Category C	95%	95%
Desktop Category D	89%	91%

Abbildung 16 Marktabdeckung Energy Star Version 4.0 und 5.0 (Quelle: Working Document on Ecodesign Requirements for Computers)

Aus Abbildung 15 wird ersichtlich, dass die 95% der Kategorie A, 76% der Kategorie B und 67% der Kategorie C Geräte bis Januar 2013 die Kriterien des Energy Stars erfüllen werden. Eine weitere Analyse der Energy Star Datenbank, die im Rahmen der Revision des EU-Umweltzeichens gemacht wurde, vermutete eine Marktabdeckung von 70% bei Kategorie A, 46% bei Kategorie B und 37% bei Kategorie C schon bis Januar 2011. Aus diesen Gründen ist es empfehlenswert, die Grenzwerte eines Umweltzeichens strenger festzulegen als die der Energy Star Version 5.0.

Nach der Analyse der Energy Star Datenbank könnten folgende Grenzwerte für die jeweilige Kategorie vorgeschlagen werden:

Tabelle 16 Vorschlag für Energieeffizienzgrenzwerte für ein Umweltzeichen

Kate-gorie	Vorschlag Grenzwert Umweltzeichen (kWh/ Jahr)	Abdeckung der Energy Star Datenbank (%)	Abweichung vom Grenzwert der Version 5.0 Energy Star (%)
A	24,00	17,33	-40
B	34,45	23,19	-35
C	44,25	11,11	-50

Damit ist der Umweltzeichen-Grenzwert für Kategorie A 40%, für Kategorie B 35% und für Kategorie C 50% anspruchsvoller als die Grenzwerte der Energy Star Version 5.0 für Computers und deckt je nach der Kategorie zwischen 11 und 23% der Geräte der Energy Star Datenbank ab.

Neben den Grenzwerten in kWh pro Jahr legt die Energy Star Version 5.0 für Computer auch Anforderungen an das Power Management fest. Beispielweise muss der Ruhemodus bei der Auslieferung so eingestellt sein, dass er nach 30 Minuten Inaktivität des Nutzers aktiviert wird. Außerdem müssen die Geräte beim Übergang in den Ruhemodus oder Aus-Zustand die Geschwindigkeit aller aktiven 1 Gb/s-Ethernet-Netzverbindungen reduzieren. Darüber hinaus muss das Gerät bei der Auslieferung so eingestellt sein, dass er nach 15 Minuten Inaktivität des Nutzers den Monitor ausschaltet.

Weiterhin legt die Version 5.0 Energy Star für Computers Mindestanforderungen an die internen und externen Netzteile.

Die Anforderungen für die internen Netzteile können wie folgt zusammengefasst werden:

- Effizienz in Betrieb (active mode efficiency):

  85% bei 50% der angegebenen Netzteillast[40],

  82% bei 20% der angegebenen Netzteillast,

  82% bei 100% der angegebenen Netzteillast.
- Leistungsfaktor (power factor): ≥ 0,9 bei 100% der angegebenen Netzteillast
- Stromverbrauch im Leerlauf (no-load power consumption): Keine Anforderungen.

Ist das Gerät mit einem externen Netzteil ausgestattet, muss dies den noch gültigen Energy Star Anforderungen[41] an externe Netzteile genügen (ENERGY STAR Program Requirements for Single Voltage External Ac-Ac and Ac-Dc Power Supplies, Version 2.0). Diese sind wie folgt spezifiziert:

---

40 Im Englischen: Rated output

41 Die ENERGY STAR Program Requirements for Single Voltage External Ac-Ac and Ac-Dc Power Supplies, Version 2.0 laufen zum 31. Dezember 2010 aus und werden nicht mehr weiter vergeben.

- Effizienz in Betrieb (active mode efficiency):

  Das Netzteil muss eine Mindesteffizienz entsprechend der Tabelle 17 und der Tabelle 18 aufweisen.

Tabelle 17 Mindesteffizienz von externen Standardnetzteilen für den Energy Star (Version 2.0)

Nameplate Output Power (P_{no})	Minimum Average Efficiency in Active Mode (expressed as a decimal) [2]
0 to ≤ 1 watt	$\geq 0.480 * P_{no} + 0.140$
> 1 to ≤ 49 watts	$\geq [0.0626 * \ln(P_{no})] + 0.622$
> 49 watts	≥ 0.870

Tabelle 18 Mindesteffizienzen von externen Niedrigspannungsnetzteilen[42] für den Energy Star (Version 2.0)

Nameplate Output Power (P_{no})	Minimum Average Efficiency in Active Mode (expressed as a decimal) [2]
0 to ≤ 1 watt	$\geq 0.497 * P_{no} + 0.067$
> 1 to ≤ 49 watts	$\geq [0.0750 * \ln(P_{no})] + 0.561$
> 49 watts	≥ 0.860

Die Netzteileffizienzen errechnen sich nach Energy Star (Version 2.0) aus dem einfachen arithmetischen Mittel der gemessenen Effizienzwerte bei 100%, 75%, 50% und 25% der angegebenen Netzteillast.

- Leistungsfaktor (power factor):

  Netzteile mit einem Eingangsstrom von Mindestens 100 W müssen einen Leistungsfaktor ≥ 0,9 bei 100% der angegebenen Netzteillast aufweisen.

- Stromverbrauch im Leerlauf (no-load power consumption):

Für den Stromverbrauch im Lahrlauf gelten die Grenzwerte der Tabelle 19.

Tabelle 19 Maximaler Stromverbrauch im Leerlauf für den Energy Star (Version 2.0)

Nameplate Output Power (P_{no})	Maximum Power in No-Load	
	Ac-Ac EPS	Ac-Dc EPS
0 to < 50 watts	≤ 0.5 watts	≤ 0.3 watts
≥ 50 to ≤ 250 watts	≤ 0.5 watts	≤ 0.5 watts

[42] Energy Star (Version 2.0) definiert Niedrigspannungsnetzteile als Netzteile, die angegebene Ausgangsspannung von weniger als 6 Volt, sowie eine Ausgangsstromstärke von mehr als 550 Milliampere aufweisen.

6.1.2 80PLUS-Label für Netzteile

Der 80PLUS-Label (www.80plus.org) wird für die effizienten Netzteile vergeben. Das Label wird in vier Kategorien unterteilt: Bronze, Silber, Gold und Platin und stellt Kriterien an die Mindesteffizienz (elektrische Wirkungsgrade) bei 20%, 50% und 100% Nennleistung sowie an den Leistungsfaktor. Die Stufe Platin stellt die anspruchsvollsten Kriterien an die Energieeffizienz der Netzteile.

Im Folgenden ist die Anzahl der Geräte, die die Kriterien des 80PLUS-Label erfüllen, dargestellt:

Tabelle 20 Anzahl der Geräte mit 80PLUS-Label (Quelle: www.80plus.org; Zugriff Oktober 2010)

80 PLUS BRONZE	19 Geräte
80 PLUS SILBER	55 Geräte
80 PLUS GOLD	78 Geräte
80 PLUS PLATIN	23 Geräte

Nach den Kriterien des 80PLUS GOLD müssen die internen Netzteile folgende Kriterien erfüllen:

- Effizienz in Betrieb (active mode efficiency):

  92% bei 50% der angegebenen Netzteillast[43]

  88% bei 20% der angegebenen Netzteillast

  88% bei 100% der angegebenen Netzteillast
- Leistungsfaktor (power factor): ≥ 0,9 bei 50% der angegebenen Netzteillast
- Stromverbrauch im Leerlauf (no-load power consumption): Keine Anforderungen

6.1.3 Ökodesign-Richtlinie 2005/32/EG

In der aktuelleren Entwurfsversion[44] (EC 2009) der Ökodesign-Richtlinie 2005/32/EG sind folgende verbindlichen Mindeststandards vorgesehen:

Anforderungen an die Energieeffizienz

- 12 Monate nach Inkrafttreten müssen tragbare Computer der Kategorie A und B für den europäischen Markt die Anforderungen an die Energieeffizienz von Energy Star (Version 5.0) erfüllen

[43] Im Englischen: Rated output

[44] Diese Entwurfsversion befindet sich derzeit noch in Abstimmung und wurde noch nicht vom Regelungsausschuss verabschiedet. Änderungen sind daher noch durchaus möglich.

- 18 Monate nach Inkrafttreten müssen tragbare Computer der Kategorie C für den europäischen Markt die Anforderungen an die Energieeffizienz von Energy Star (Version 5.0) erfüllen

Zudem sieht der Entwurf vor, dass 12 Monate nach dem Inkrafttreten der Durchführungsmaßnahme der Stromverbrauch im Ruhemodus der tragbaren Computer 1,70 W nicht überschreiten darf.

Außerdem darf ab dem Inkrafttreten der Durchführungsmaßnahme der Stromverbrauch im Aus-Zustand 1,0 W nicht überschreiten darf. Ab dem 07. Januar 2013 soll dieser Wert auf 0,50 W reduziert werden. Diese Grenzwerte und die Terminierung entsprechen den Anforderungen der so genannten ‚Standby Verordnung'[45]. Ausnahmen gelten in beiden Stufen für Geräte mit WOL-Funktionalität. Für diese Geräte liegen die Obergrenzen jeweils um 0,70 W höher.

Anforderungen an die Netzteile

12 Monate nach Inkrafttreten der Durchführungsmaßnahme sollen interne Netzteile den Anforderungen von Energy Star (Version 5.0) genügen. Ist das Gerät mit einem externen Netzteil ausgestattet, gilt seit Mai 2010 die erste Stufe der Anforderungen der so genannten Netzteilverordnung[46]. Die zweite Stufe tritt im Mai 2011 in Kraft.

6.1.4 Blauer Engel

Die Vergabegrundlage des Blauen Engel für Arbeitsplatzcomputer und tragbare Computer (RAL-UZ 78 vom September 2009) geht insgesamt über die Energieverbrauchskriterien, die aus der Energy Star Version 5.0 für Computer übernommen wurden, hinaus und beinhaltet weitere umwelt- und schadstoffrelevante Kriterien, wie z.B.:

- Recyclinggerechte Konstruktion,
- Materialanforderungen an die Kunststoffe der Gehäuse, Gehäuseteile und Chassis sowie Tastaturen,
- Materialanforderungen an die Kunststoffe der Leiterplatten,
- Kennzeichnung von Kunststoffen,
- Reparatursicherheit,

---

[45] Verordnung (EG) Nr. 1275/2008 der Kommission vom 17. Dezember 2008 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an den Stromverbrauch elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und im Aus-Zustand.

[46] Verordnung (EG) Nr. 278/2009 der Kommission vom 6. April 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an die Leistungsaufnahme externer Netzteile bei Nulllast sowie ihre durchschnittliche Effizienz im Betrieb.

- Rücknahme der Geräte,
- Verpackung,
- Geräuschemissionen,
- Erweiterung der Leistungsfähigkeit,
- Weitere Anforderungen an Bildschirmgeräte,
- Verbraucherinformation.

6.1.5 EU-Umweltzeichen

Das EU-Umweltzeichen befindet sich derzeit in der Überarbeitung. Die Kriterien des EU-Umweltzeichens für tragbare Computer, so wie sie beim Reglungsausschuss im Oktober 2010 verabschiedet wurden, sehen folgende Anforderungen an den Energieverbrauch vor:

> *„The energy efficiency performance of notebook computers shall exceed the appropriate category energy efficiency requirements set out in the Agreement as amended by Decision 2010/C 186/16 (hereinafter: ENERGY STAR v5.0) by at least:*
> *category A : 25%,*
> *category B : 25%,*
> *category C : 15%.*
> *Capability adjustments allowed under the Agreement as amended by ENERGY STAR v5.0 may be applied at the same level, except in the case of Discrete Graphics Processing Units (GPUs) where no additional allowance shall be given“.*

Übersetzt bedeutet das, dass der zulässige Energieverbrauch:

- der Kategorie A Geräte mindestens 25%,
- der Kategorie B Geräte mindestens 25% und
- der Kategorie C Geräte mindestens 10%

niedriger sein muss als der Energy Star Grenzwert.

Hinzu kommen umfangreiche Kriterien im Bereich der Materialanforderungen, der Beschränkung des Einsatzes gesundheitsgefährlicher Stoffe, der Nutzung von Rezyklatkunststoffen, der Rezyklierbarkeit, der Nutzerinformation, der Verpackung und der Verlängerung der Lebensdauer.

6.1.6 Nordic Swan

Tragbare Computer, die mit dem Nordic Swan ausgezeichnet sind, müssen bezüglich Energieeffizienz dem Energy Star Anforderungen (Version 5.0) genügen. Zudem müssen die Geräte mit einem gut sichtbaren und gut erreichbaren Ausschalter ausgestattet sein.

Darüber hinaus macht der Nordic Swan in folgenden Bereichen noch weitere Vorgeben:

- Zerlegbarkeit,
- Beschaffenheit und Kennzeichnung der Kunststoffe,
- Vermeidung verschiedener gesundheitsgefährdender Stoffe,
- Nutzerinformation.

6.1.7 EPEAT

Die EPEAT-Kriterien bestehen aus 23 verpflichtenden und 28 optionalen Kriterien. Das EPEAT-Zeichen wird in drei Versionen (Bronze, Silber und Gold) vergeben. Für EPEAT-Bronze muss ein Produkt alle verpflichtenden Kriterien erfüllen. Für EPEAT-Silber muss ein Produkt zusätzlich mindestens 50% der optionalen Kriterien erfüllen. Für EPEAT-Gold muss ein Produkt zusätzlich zu den verpflichtenden Kriterien 75% der optionalen Kriterien erfüllen.

Bezüglich Energieeffizienz verlangt EPEAT die Einhaltung der jeweils gültigen Version des Energy Stars. EPEAT geht aber geht aber insgesamt über die Energieverbrauchskriterien hinaus und beinhaltet weitere verpflichtende und optionale Kriterien aus den folgenden Bereichen:

- Reduktion umweltrelevanter Materialien (Reduction / elimination of environmentally sensitive materials),
- Materialauswahl (Materials selection),
- Recyclinggerechte Konstruktion (Design for end of life),
- Produktlanglebigkeit / Verlängerung der Lebensdauer (Product longevity / life cycle extension),
- Rückgabesysteme (End of life management),
- Betriebliche Nachhaltigkeitsansätze (Corporate performance),
- Verpackung (Packaging).

Das EPEAT-System funktioniert allerdings anders als das des Blauen Engels. Das System sieht vor, dass die Hersteller ihre Produkte, die die EPEAT-Kriterien erfüllen, selbstständig in das EPEAT-Register eintragen. Es findet erstmal keine Produktprüfung statt. Allerdings wählt das EPEAT Board of Advisors jährlich ein paar Produkte aus und prüft, ob sie die EPEAT-Kriterien tatsächlich erfüllen. Dafür muss der Hersteller dem EPEAT-Komittee für das ausgewählte Produkt Nachweise vorlegen. Wenn das ausgewählte Produkt ein Kriterium nicht erfüllt, muss der Hersteller sein Produkt aus EPEAT-Register zurückziehen. Auch externe Stakeholders können das EPEAT-Kommitee darauf aufmerksam machen, wenn ein Produkt EPEAT-Kriterien nicht erfüllen sollte.

Der Vorteil dieses Systems liegt darin, dass die langwierigen Prüfungen der Produkte nicht oder nur bei wenigen Produkten stattfinden. Ein weiterer Vorteil des EPEAT-Systems ist, dass der Standard in 40 Ländern angewendet wird. Außerdem gibt es viele „weiche" Kriterien, die je nach Land variieren können (Bsp. Rücknahmesysteme, Wiederverwendung

des Verpackungsmaterials usw.). Wenn ein Kriterium in einem Land nicht anwendbar ist, kann der Antragsteller um eine landesspezifische Ausnahme bitten. In Deutschland gibt es schon 583 Produkte (Desktop, Notebooks, Bildschirme, Thin Clients usw.), die das EPEAT-Zertifikat besitzen (Stand 22. Oktober 2010), darunter 318 tragbare Computer.

Allerdings sind obligatorische EPEAT-Kriterien nicht so streng wie die der Umweltzeichen EU-Blume, Blauer Engel und Nordic Swan. Oft weisen die obligatorischen EPEAT-Kriterien nur auf die Einhaltung der Gesetze hin, wie z.B. „Compliance with provisions of European RoHS Directive“ oder „Minimum 65 percent reusable/recyclable materials according to WEEE Directive“. Außerdem gibt es Kriterien, für die nur eine Art Berichterstattung über die eingesetzten Schadstoffe stattfindet, wie z.B. Info über den Quecksilbergehalt in Flachbildschirmen, aber keine Grenzwerte festgelegt werden. Strenger sind die optionalen Kriterien, die konkrete Grenzwerte anfordern und über die gesetzlichen Anforderungen hinaus gehen.

6.1.8 TCO Development

Bezüglich Energieeffizienz verweist TCO (Version 3.0 für Desktops vom 15. März 2010) auf die jeweils aktuellste Version des Energy Stars. Das besondere an TCO ist, dass ein hoher Stellenwert auf die Ergonomie gelegt wird, wie z.B. optische Ergonomie und Arbeitsbelastung durch die Nutzung. Darüber hinaus werden Vorgaben zu Emissionen von elektromagnetischer Strahlung und Lärm, der Produktsicherheit und weiteren Umwelt- und Sozialanforderungen gemacht. Diese umfassen folgende Kategorien:

- Umwelt- und Sozialmanagementsysteme,
- Klimaschutz,
- Umweltschädliche Substanzen,
- Produktlebensdauer,
- Recyclinggerechte Konstruktion,
- Verpackung.

6.2 Ableitung für ein Umweltzeichen für tragbare Computer

Aus den angestellten Überlegungen werden Vergabekriterien für ein Umweltzeichen für tragbare Computer abgeleitet. Die Kriterien sind im Anhang dieser Studie dokumentiert.

7 Literatur

Andrae und Anderson 2010 — Andrae, A.S.G.; Anderson, O.; Life Cycle Assessment of Consumer Electronics; International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 15, No. 8, 827–836, 2010

BildschArbV 2008 — Bildschirmarbeitsverordnung: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten. Zuletzt geändert durch Art. 7 V v. 18.12.2008 I 2768

BITKOM 2009 — Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. – Bitkom; Presseinformation v. 13. Oktober 2009: PC-Verkäufe legen trotz der Krise kräftig zu; Berlin 2009

Bridgen und Santillo 2006 — Bridgen, K.; Santillo, D.; Toxic Chemicals in Computers. Determining the presence of hazardous substances in five brands of laptop computers; Greenpeace Research Laboratories; Exeter 2006

Bunke et al. 2002 — Bunke D.; Grießhammer, R.; Gensch, C.-O.; EcoGrade – die integrierte ökologische Bewertung; UmweltWirtschaftsForum Jg. 10, H. 4; Dezember 2002

c't 02/2009 — Nvidia-Chipsatz für Nettops und Netbooks; c't 2/2009, 17

c't 04/2009 — Atomnachfolger; c't 4/2009, 24

c't 04/2010 — Kaufrausch: Umfrage PC-Markt 2009; c't 4/2009, 152-157

c't 07/2010a — Kernschau: Performance und Eigenschaften aktueller Prozessoren; c't 07/2010, 136-145

c't 07/2010b — Ion-Grafik für zweite Atom-Generation; c't 07/2010, 38

c't 11/2010a — Kraftkur: Notebooks von 14 bis 17 Zoll mit Intels neuem Doppelkern; c't 11/2010, 100-107

c't 11/2010b — Spar-Strom: Ersatzakkus fürs Notebook: Original oder billige Kopie?; c't 11/2010, 80-83

c't 12/2010a — Marathon-Mac; c't 12/2010, 60

c't 12/2010b — Zellkulturen: Solid-State Disks bis 256 GByte; c't 12/2010, 118-123

c't 13/2010 — Business-Trio; 15,6-Zoll-Notebooks mit matten Bildschirmen und Core i5; c't 13/2010; 104-106

c't 14/2010 — Darf's ein bisschen weniger sein? Kaufberatung & Test: Vom Netbook bis zum Core-i5-Subnotebook; c't 14/2010, 88-97

c't 19/2009	Leichte Vollkost: 15-Zoll-Notebooks bis zweieinhalb Kilogramm; c't 19/2009, 136-143
c't 19/2010	Schneller und präziser unterwegs: Notebooks, Netbooks und Navis; c't 19/2010, 28
c't 21/2009	Verdrängungswettbewerb: Notebooks mit 16- und 17-Zoll-Displays, den den Desktop PC ersetzen können; c't 21/2009, 90-97
c't 22/2009	Touchbooks: Netbooks mit Touchscreen ab 450 Euro; c't 22/2009, 110-115
c't 25/2009a	Filterwochen: Kriterien für den Notebook-Kauf; c't 25/2009, 88-95
c't 25/2009b	FAQ: Notebooks aufrüsten; c't 25/2009, 178
c't 25/2009c	Eine Frage des Stils: Wegweiser zum optimalen PC; c't 25/2009, 82-87
ChemSec 2010	International Chemical Secretariat – ChemSec (Hrsg.); Electronics without Brominated Flame Retardants and PVC: a market overview, ChemSec 2010, Göteborg, Sweden
Choi et al. 2006	Choi, B.-C.; Shin, H.-S; Lee, S.-Y; Hur, T.; Life Cycle Assessment of a Personal Computer and its Effective Recycling Rate; International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 11, No. 2, 2006, 122-128
EC 2009	Europäische Kommission (Hrsg.); Working Document on Ecodesign Requirements for Computers and for Servers, Version 2 vom 23.12.2009; Brüssel 2009
EuP 2007	European Kommission (Hrsg.); Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs, Lot 3: Personal Computers (Desktops and Laptops) and Computer Monitors; July 2007
gfu, BVT, GfK R&T 2009	Gesellschaft für Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik – gfu; Bundesverband Technik des Einzelhandels e.V. – BVT; GfK Retail and Technology GmbH – GfK R&T (Hrsg.); Consumer Electronics Marktindex Deutschland (CEMIX) Januar 2009 – Dezember 2009
gfu, BVT, GfK R&T 2010a	Gesellschaft für Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik – gfu; Bundesverband Technik des Einzelhandels e.V. – BVT; GfK Retail and Technology GmbH – GfK R&T (Hrsg.); Consumer Electronics Marktindex Deutschland (CEMIX) Januar 2010 – März 2010
gfu, BVT, GfK R&T 2010b	Gesellschaft für Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik – gfu; Bundesverband Technik des Einzelhandels e.V. – BVT; GfK Retail and Technology GmbH – GfK R&T (Hrsg.); Consumer Electronics Marktindex Deutschland (CEMIX) Januar 2010 – März 2010 und April 2010 – Juni 2010

Griesshammer et al. 2007	Grießhammer, R.; Buchert, M.; Gensch, C.-O.; Hochfeld, C.; Manhart, A.; Rüdenauer, I.; in Zusammenarbeit mit Reisch, L.; PROSA – Product Sustainability Assessment. Leitfaden; Öko-Institut e.V. 2007
Groß et al. 2008	Groß, R., Bunke, D., Gensch, C.-O., Zangl, S., Manhart, A.; Study on Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, Not Regulated by the RoHS Directive; 2008
Heijungs et al. 1992	Heijungs, R. (final ed.); Environmental Life Cycle Assessment of Products. Guide (Part 1) and Backgrounds (Part 2), prepared by CML, TNO and B&G; Leiden 1992
IPCC 1996	Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (Hrsg.); Climate Change 1995 – The science of Climate Change; Cambridge University Press: Cambridge 1996
iX 11/2009	Mit einer Klappe; iX 11/2009, 70-73
Kamburow 2004	Kamburow, C.; E-Paper – Erste Abschätzung der Umweltauswirkungen. Eine ökobilanzielle Betrachtung am Beispiel des Nachrichtenmediums Zeitung. Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung; Werkstattbericht Nr. 67; Berlin 2004
LASI 2000	Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik: Bildschirmarbeitsverordnung – LASI (Hrsg.): Auslegungshinweise zu den unbestimmten Rechtsbegriffen; August 2000
Manhart et al. 2010	Manhart, A.; Brommer, E.; Prakash, S.; PROSA Thin Clients: Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen, Studie im Rahmen des Projekts „Top 100 – Umweltzeichen für klimarelevante Produkte“; Öko-Institut e.V. (in Bearbeitung)
Morf et al. 2002	Morf, L.; Taverna, R.; Daxbeck, H.; Smuty, R.; Ausgewählte bromierte Flammschutzmittel – Stoffflussanalyse; BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 338, Umweltgefährdende Stoffe; Bern 2002
NSC 1999	National Safety Council – NSC (Hrsg.); EPR2 Baseline Report: Recycling of selected electronic products in the United States. Washington 1999
O’Connell und Stutz 2010	O'Connell, S.; Stutz, M.; Product Carbon Footprint (PCF) Assessment of Dell Laptop – Results and Recommendations, White Paper; Dell Inc.; Austin 2010
Prakash et al. 2010a	Prakash, S.; Brommer, E.; Gröger, J.; PROSA Kompakte Desktop Rechner (Nettops): Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen, Studie im Rahmen des Projekts „Top 100 – Umweltzeichen für klimarelevante Produkte“; Öko-Institut e.V. 2010
Prakash et al. 2010b	Prakash, S.; Gensch, C.-O.; Liu, R.; Zangl, S.; in Zusammenarbeit mit Schischke, K. und Stobbe, L.; Informationsgewinnung über die Wert-

	schöpfungskette von Produkten der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT); Öko-Institut e.V. in Kooperation mit Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (in Bearbeitung)
Quack et al. 2009	Quack, D.; Brommer, E.; Grießhammer, R.; Lüders, B.; PROSA Tragbare Klein-Computer (Netbooks): Umweltzeichen für klimarelevante Produkte und Dienstleistungen.; Öko-Institut e.V. 2008
Quack et al. 2010	Quack, D.; Gensch, C.-O.; Grether, S.; Grießhammer, R.; Kukatz, K.; Lüders, B.; Möller, M.; Prakash, S.; Rüdenauer, I.; Teufel, J.; Zangl, S.; Energieeffizienz – jetzt! Kampagne für Haushalte und Unternehmen, Projektteil EcoTopTen-Marktübersichten; Öko-Institut e.V. (in Bearbeitung) – www.ecotopten.de
RAL UZ 135	RAL gGmbH (Hrsg.); Vergabegrundlage für Umweltzeichen – Tragbare Kleincomputer (Netbooks), Ausgabe Juli 2009; www.blauer-engel.de
Reichart und Hischier 2001	Reichart, I.; Hischier, R.; Vergleich der Umweltbelastungen bei der Benutzung elektronischer und gedruckter Medien. ugra-report 1008/03. Eidgenössische Materialprüfungsanstalt St. Gallen, Schweiz 2001.
Schischke et al. 2003	Schischke, K.; Kohlmeier, R.; Griese, H.; Reichl, H.; Life Cycle Energy Analysis of PC's – Environmental consequences of lifetime extension through reuse. Environmental Assessment in the Information Society. Extended Abstracts; Joint SETAC Europe, ISIE meeting and LCA Forum, 3.-4. Dezember 2003, Lausanne
StiWa 08/2010	Starke Leistung; Stiftung Warentest 08/2010
StiWa 11/2009	Erstmals „gute" Minis; Stiftung Warentest 11/2009
StiWa 2010	Tragbarer Bücherschrank – E-Book-Reader, Stiftung Warentest, 10/2010, 34-39
urbs 2005	urbs media GbR; http://www.urbs.de/afa/change.htm?afa0a2.htm, abgerufen im Mai 2005
Williams 2004	Williams E., Energy intensity of computer manufacturing: hybrid assessment combining process and economic input–output methods. Environ Sci Technol 2004, 38, 6166–6174

Webseiten

http://www.blauer-engel.de

http://www.80plus.org

http://www.destatis.de

http://www.eco-label.com

http://www.ecotopten.de

http://www.energystar.gov

http://www.epeat.net

http://www.ergo-online.de

http://www.idealo.de

http://www.nordic-ecolabel.org

http://www.tcodevelopment.com

http://www.heise.de/newsticker/meldung/Marktforscher-Rekordwachstum-auf-globalem-Notebook-Markt-1007390.html

http://www.isuppli.com/Display-Materials-and-Systems/News/Pages/LCDs-Face-LED-Backlight-Supply-Shortageas-Shipments-More-than-Double-in-2010.aspx

http://www.pcgameshardware.de/aid,745316/PC-Markt-weltweit-im-Aufschwung/Komplett-PC/News/

http://www.prad.de/new/news/shownews_alg2677.html

8 Anhang

8.1 Anhang I: Wirkungskategorien der Life Cycle Analysis

- Kumulierter Primärenergiebedarf (KEA)
- Treibhauspotential
- Versauerungspotential
- Aquatische Eutrophierung
- Terrestrisches und photochemisches Eutrophierungspotential
- Photochemische Oxidantienbildung (POCP)

Die Ergebnisse der Wirkungskategorien wurden mit Hilfe der Bewertungsmethode des Öko-Instituts *EcoGrade* (vgl. Bunke et al. 2002) gewichtet und für die spätere Ökoeffizienzanalyse zu einem Gesamtumweltindikator (Umweltzielbelastungspunkte) aggregiert.

8.1.1 Kumulierter Primärenergiebedarf

Die energetischen Rohstoffe werden anhand des Primärenergieverbrauchs bewertet. Als Wirkungsindikatorwert wird der nicht-regenerative (d.h. fossile und nukleare) Primärenergieverbrauch als kumulierter Energieaufwand (KEA) angegeben.



8.1.2 Treibhauspotential

Schadstoffe, die zur zusätzlichen Erwärmung der Erdatmosphäre beitragen, werden unter Berücksichtigung ihres Treibhauspotenzials bilanziert, welches das Treibhauspotenzial des Einzelstoffs relativ zu Kohlenstoffdioxid kennzeichnet. Als Indikator wird das Gesamttreibhauspotenzial in CO_2e angegeben. Folgende Substanzen und Charakterisierungsfaktoren wurden berücksichtigt.

Tabelle 21 Charakterisierungsfaktoren für Treibhauspotenzial (nach IPCC 1996)

Treibhauspotenzial in kg CO_2e	Faktor
Kohlenstoffdioxid CO_2	1
Methan CH_4	21
Distickstoffmonoxid N_2O	310
Halon 1301	4900
Tetrafluormethan	4500
Tetrachlormethan	1400
Trichlormethan	5
Dichlormethan	9
1,1,1-trichlorethan	110

8.1.3 Versauerungspotential

Schadstoffe, die als Säuren oder aufgrund ihrer Fähigkeit zur Säurefreisetzung zur Versauerung von Ökosystemen beitragen können, werden unter Berücksichtigung ihres Versauerungspotenzials bilanziert und aggregiert. Das Versauerungspotenzial kennzeichnet die Schadwirkung eines Stoffes als Säurebildner relativ zu Schwefeldioxid. Als Indikatoren für die Gesamtbelastung wird das Gesamtversauerungspotenzial in SO_2e angegeben.

Folgende Substanzen und Charakterisierungsfaktoren wurden berücksichtigt:

Tabelle 22 Charakterisierungsfaktoren für Versauerungspotenzial

Versauerungspotenzial in kg SO_2e	Faktor
SO_2	1,00
NO_2, NO_x	0,70
NO	1,07
NH_3	1,88
HCl	0,88
HF	1,60

8.1.4 Aquatisches und terrestrisches Eutrophierungspotential

Nährstoffe, die zur Überdüngung (Eutrophierung) aquatischer und terrestrischer Ökosysteme beitragen können, werden unter Berücksichtigung ihres Eutrophierungspotenzials bilanziert und aggregiert. Das Eutrophierungspotenzial kennzeichnet die Nährstoffwirkung eines Stoffs relativ zu Phosphat. Als Indikator für die Gesamtbelastung werden das aquatische und das terrestrische Eutrophierungspotenzial in Phosphat-Äquivalenten angegeben.

Folgende Substanzen und Charakterisierungsfaktoren wurden berücksichtigt:

Tabelle 23 Charakterisierungsfaktoren für das aquatische Eutrophierungspotenzial

Aquatische Eutrophierung in kg PO_4e	Faktor
NH_3	0,330
N-tot, Nitrate, Nitrite	0,420
Phosphat	1,000
P-tot	3,060
P_2O_5	1,340
COD	0,022

Tabelle 24 Charakterisierungsfaktoren für das terrestrische Eutrophierungspotenzial

Terrestrische Eutrophierung in kg PO_4e	Faktor
NO_2, NOX	0,13
NH_3	0,33

8.1.5 Photochemische Oxidantienbildung

Zu den Photooxidantien gehören Luftschadstoffe, die zum einen zu gesundheitlichen Schädigungen beim Menschen, zum anderen zu Schädigungen von Pflanzen und Ökosystemen führen können. Den leichtflüchtigen organischen Verbindungen (volatile organic compounds, VOC) kommt eine zentrale Rolle zu, da sie Vorläufersubstanzen sind, aus denen Photooxidantien entstehen können. Als Indikator für die Gesamtbelastung wird das Photooxidantienbildungspotenzial in Ethylen-Äquivalenten angegeben.

Zur Berechnung werden die Substanzen und die entsprechenden Charakterisierungsfaktoren nach Heijungs et al. 1992 berücksichtigt.

8.2 Anhang II: Vergabegrundlage für das Umweltzeichen Blauer Engel (Entwurf)



Vergabegrundlage für Umweltzeichen

Tragbare Computer
(ENTWURF vom 12.11.2010)

RAL-UZ

„DER BLAUE ENGEL

... weil energieeffizient und ressourcenschonend“

(Umschrift: Vorschlag Expertenanhörung)
Zuordnung zum Themenschwerpunkt: Schützt das Klima

Ausgabe ### 2010

RAL gGmbH

Siegburger Straße 39, 53757 Sankt Augustin, Germany, Telefon: +49 (0) 22 41-2 55 16-0
Telefax: +49 (0) 22 41-2 55 16-11

Internet: www.blauer-engel.de, e-mail: umweltzeichen@RAL-gGmbH.de



Inhaltsverzeichnis



1 Einleitung

1.1 Vorbemerkung

Die Jury Umweltzeichen hat in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Umweltbundesamt und unter Einbeziehung der Ergebnisse der von der RAL gGmbH einberufenen Anhörungsbesprechungen diese Grundlage für die Vergabe des Umweltzeichens beschlossen. Mit der Vergabe des Umweltzeichens wurde die RAL gGmbH beauftragt.

Für alle Erzeugnisse, soweit diese die nachstehenden Bedingungen erfüllen, kann nach Antragstellung bei der RAL gGmbH auf der Grundlage eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages die Erlaubnis zur Verwendung des Umweltzeichens erteilt werden.

1.2 Hintergrund

Die mit dem Umweltzeichen ausgezeichneten tragbare Computer verbrauchen ca. 60% weniger Energie im Vergleich zu den marktüblichen Durchschnittsgeräte. Das entspricht Einsparpotenzialen zwischen 20 und 30 kWh pro Gerät und Jahr. Geht man von einem Bestand von 47 Millionen tragbare Computer in Deutschland (19 Millionen in den privaten Haushalten und 28 Millionen im Bürobereich) in 2009/2010 aus, würde man insgesamt zwischen 0,94 und 1,4 TWh Energie einsparen, wenn Durchschnittsgeräte durch effiziente Geräte ersetzt werden. Das entspricht einem CO_2-Reduktionspotenzial zwischen 660.000 und 990.000 Tonnen CO_2e pro Jahr.

Außerdem erfüllen die mit dem Umweltzeichen ausgezeichneten tragbaren Computer strenge Anforderungen an recyclinggerechte Konstruktion und Werkstoffwahl, schaffen damit gute Rahmenbedingungen für eine effiziente Rückgewinnung von eingesetzten Materialien und tragen zur Schonung der natürlichen Ressourcen bei.

Nicht zuletzt werden in den Kunststoffteilen der Umweltzeichengeräte schadstoffarme Materialien eingesetzt und somit die Schadstoffeinträge in die Umwelt verringert.

1.3 Ziel des Umweltzeichens

Der Klimaschutz, die Verminderung des Energieverbrauchs, die Minimierung der Bereitschaftsverluste, die Steigerung der Ressourceneffizienz und die Vermeidung von Schadstoffen und Abfall sind wichtige Ziele des Umweltschutzes.



Mit dem Umweltzeichen für tragbare Computer können Geräte gekennzeichnet werden, die sich durch folgende Umwelteigenschaften auszeichnen:

- geringer Energieverbrauch;
- langlebige und recyclinggerechte Konstruktion;
- Vermeidung umweltbelastender Materialien.
- Die durch das Elektro- und Elektronikgesetz (ElektoG)[1] in deutsches Recht umgesetzten EU-Richtlinien 2002/96/EG[2] und 2002/95/EG[3], die die Entsorgung regeln, sind beachtet. Unter Vorsorgeaspekten darüber hinaus gehende Anforderungen an Materialien werden eingehalten.
- Die durch das Batteriegesetz (BattG)[4] in deutsches Recht umgesetzte EU-Richtlinie 2006/66/EG[5] ist beachtet.
- Die durch die Chemikalienverordnung REACH (1907/2006/EG)[6] und die EG-Verordnung 1272/2008[7] (oder die Richtlinie 67/548/EWG) definierten stofflichen Anforderungen werden berücksichtigt.

1.4 Begriffsbestimmungen

1.4.1 Computer

Ein Computer ist ein Gerät, das Logikoperationen ausführt und Daten verarbeitet. Ein Computer umfasst mindestens die folgenden Bestandteile:

---

1 Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, BGBl, 2005, Teil I, Nr. 17 (23.05.2005)

2 Directive on Waste from Electrical and Electronic Equipment, RL 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Elektro- und Elektronik-Altgeräte vom 27.01.2003

3 Directive on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elelektronikgeräten, ABl Nr. L 37, 13.02.2003

4 Batteriegesetz vom 25.06.2009, BGBl. I S. 1582

5 Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 06.09.2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren, ABl Nr. L 339, S. 39, 2007, Nr. L 139 S. 40

6 Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission

7 Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006



1. eine Zentraleinheit (ZE), die die Operationen ausführt,
2. Benutzereingabegeräte wie Tastatur, Maus, oder Game Controller, und
3. ein Anzeigegerät zur Ausgabe von Informationen.

Der Begriff Computer umfasst sowohl stationäre als auch tragbare Geräte, einschließlich Desktop Computer, integrierte Desktop Computer, Notebook-Computer, Small-Scale-Server, Thin Clients und Work Stations. Computer müssen zwar in der Lage sein, Eingabe- und Anzeigegeräte im Sinne der Nummern 2 und 3 zu nutzen, diese Geräte brauchen jedoch nicht im Lieferumfang des Computersystems enthalten zu sein, um dieser Definition zu entsprechen.

Tragbare Computer: Ein Computer, der speziell für Tragbarkeit und den längeren Betrieb mit oder ohne direkten Anschluss an eine Wechselstromquelle konzipiert ist. Tragbare Computer verfügen über ein integriertes Anzeigegerät und können mit einer integrierten Batterie oder einer anderen tragbaren Stromquelle betrieben werden. Darüber hinaus verfügen die meisten tragbare Computer über ein externes Netzteil sowie eine integrierte Tastatur und ein integriertes Zeigegerät. Tragbare Computer sind in der Regel dafür ausgelegt, ähnliche Funktionen bereitzustellen wie Tischcomputer und funktionell ähnliche Software zu nutzen wie diese. Im Sinne dieser Spezifikation gelten Docking- Stationen als Zubehör und fallen daher nicht unter die Anforderungen für tragbare Computer in Abschnitt 3 dieser Vergabegrundlage.

Tablet-Computer, die neben anderen Eingabegeräten oder an deren Stelle einen berührungsempfindlichen Bildschirm haben können, gelten in dieser Spezifikation als tragbare Computer.

1.4.2 Betriebsmodi

Schein-Aus-Zustand: Zustand mit der geringsten, vom Nutzer nicht ausschaltbaren (beeinflussbaren) Leistungsaufnahme, der unbegrenzt fortbesteht, solange das Gerät mit dem Stromnetz verbunden ist und entsprechend der Bedienungsanleitung des Herstellers genutzt wird. Bei Systemen, für die ACPI-Normen gelten, entspricht der Schein-Aus-Zustand dem ACPI-Zustand S5.



Ruhemodus: Ein Niedrigverbrauchsmodus, in den der Computer nach einer bestimmten Inaktivitätszeit automatisch übergehen oder manuell versetzt werden kann. Ein Computer mit Ruhemodusfunktion kann durch Netzverbindungen oder Benutzerschnittstellengeräte schnell „geweckt“ werden und erreicht innerhalb von maximal 5 Sekunden nach Beginn des Weck-Ereignisses vollständige Betriebsbereitschaft, einschließlich Anzeigefunktion. Bei Systemen, für die ACPI-Normen gelten, entspricht der Ruhemodus in der Regel dem ACPI-Zustand S3 (Suspend to RAM).

Idle-Modus: Der Zustand, in dem das Betriebssystem und die sonstige Software vollständig geladen sind, ein Nutzerprofil erstellt wurde, das Gerät nicht im Ruhemodus ist und die Aktivität auf diejenigen grundlegenden Anwendungen beschränkt ist, die das System automatisch startet.

Aktivzustand: Der Zustand, in dem der Computer a) infolge einer vorherigen oder zeitgleichen Nutzereingabe oder b) infolge eines vorherigen oder zeitgleichen Befehls über das Netz Nutzarbeit verrichtet. Dieser Zustand umfasst die aktive Verarbeitung, das Aufsuchen von Daten im Massen-, Arbeits- oder Cache-Speicher, einschließlich der Zeit im Idle-Modus in Erwartung weiterer Nutzereingaben und bis zum Übergang zu Niedrigverbrauchsmodi.

TEC-Ansatz („Typical Energy Consumption“): Ein Verfahren für die Prüfung und den Vergleich der Energieeffizienz von Computern, das den typischen Energieverbrauch eines Produkts im Normalbetrieb über einen repräsentativen Zeitraum bewertet. Für tragbare Computer ist das beim TEC-Ansatz verwendete Schlüsselkriterium ein in Kilowattstunden (kWh) gemessener Wert für den typischen jährlichen Stromverbrauch eines Computers, wobei Messungen durchschnittlicher Betriebsmodus-Leistungsaufnahmeniveaus zugrunde gelegt werden, die an ein angenommenes typisches Nutzungsmuster (Betriebszeit) angepasst werden.

2 Geltungsbereich

Diese Vergabegrundlage gilt für tragbare Computer, wie sie in Abschnitt 1.4.1 definiert sind. Für Arbeitsplatzcomputer, die zur stationären Aufstellung bestimmt sind (Desktop Computer, integrierte Desktop Computer, Workstations und Thin Clients) ist die Vergabegrundlage Arbeitsplatzcomputer RAL UZ-XXX anzuwenden.

Nicht in den Geltungsbereich dieser Vergabegrundlage fallen Mobiltelefone, Smartphones, MDA's, PDA's und vergleichbare mobile Geräte.

3 Anforderungen

3.1 Energieverbrauch: Tragbare Computer

Der Energieverbrauch von tragbaren Computern wird in TEC („Typical Energy Consumption") angegeben.

Zur Bestimmung der TEC-Werte müssen tragbare Computer einer der nachfolgend genannten Kategorien A, B oder C zugeordnet werden:

- Kategorie A: Alle tragbaren Computer, die nicht der Definition der Kategorie B oder der Kategorie C entsprechen, kommen unter Kategorie A für die Kennzeichnung in Frage.
- Kategorie B: Für die Einstufung unter Kategorie B müssen tragbare Computer über folgendes Merkmal verfügen:
  - ein diskreter Grafikprozessor (GPU).
- Kategorie C: Für die Einstufung unter Kategorie C müssen tragbare Computer über folgende Merkmale verfügen:
  - mindestens zwei physische Prozessorkerne;
  - mindestens 2 Gigabyte (GB) Systemspeicher und
  - ein diskreter Grafikprozessor (GPU) mit einer Framebufferbreite über 128 Bit.

Zur Ermittlung der TEC-Werte für jede Gerätekategorie wird ein typisches Nutzerverhalten definiert. Das Nutzerverhalten wird in der folgenden Tabelle 1 anhand der Gewichtungen für die einzelnen Betriebsmodi festgelegt:



Tabelle 1 Gewichtung der Betriebsmodi – Tragbare Computer

Betriebsmodus	Gewichtung (Zeitanteil) (%)
Schein-Aus-Zustand: $T_{Schein\text{-}Aus}$	60
Ruhemodus: T_{Ruhe}	10
Idle-Modus: T_{Idle}	30

Der TEC-Wert für das mit dem Umweltzeichen zu kennzeichnende Produkt wird nach folgender Formel ermittelt:

$$E_{TEC}: (8760/1000)*(P_{Schein\text{-}Aus}*T_{Schein\text{-}Aus} + P_{Ruhe}*T_{Ruhe} + P_{idle}*T_{idle})$$

dabei bezeichnen P_x jeweils Leistungswerte in Watt, T_x Zeitanteile gemäß Tabelle 1 in % und E_{TEC} den typischen jährlichen Energieverbrauch in kWh.

Die nachfolgende Tabelle 2 gibt die maximal zulässigen TEC-Werte für tragbare Computer für das Umweltzeichen Blauer Engel an. Produkte, die mit dem Umweltzeichen ausgezeichnet werden können, dürfen den zur Geräte-Kategorie zugehörigen TEC-Wert aus Tabelle 2 nicht überschreiten.

Tabelle 2 E_{TEC}-Anforderung – Tragbare Computer

Geräte-Kategorie	E_{TEC}
A	30 kWh
B	39,75 kWh
C	66,38 kWh
Funktionsspezifische Anpassungen	
Speicher	0,4 kWh (je GB über 4)
Premium-Grafikkarte (*für diskrete GPUs mit bestimmter Framebuffer-breite*)	Kategorie B: 3 kWh (Framebufferbreite > 64-bit)
Zusätzl. interner Speicher	3 kWh

Siehe Kapitel 6 für ein Beispiel zur Berechnung des zulässigen Energieverbrauchs eines Geräts.



Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag und gibt den TEC-Wert des Geräts in kWh sowie die Leistungsaufnahmen in den einzelnen Betriebsmodi in Watt an. Die Messungen sind entsprechend den Anforderungen der ENERGY STAR Version 5.0 für Computer durchzuführen. Zusätzlich legt der Antragsteller ein Prüfprotokoll eines unabhängigen Prüflabors vor, das für diese Messung nach DIN EN ISO/EC 17025 akkreditiert ist (Anlage 2). Prüfprotokolle des Antragstellers werden als gleichwertig anerkannt, wenn dieser ein Prüflaboratorium nutzt, das für diese Messungen von einer unabhängigen Stelle anerkannt ist.

3.2 Anforderungen für die Stromsparfunktionen

Anforderungen für die Auslieferung

- Der Ruhemodus muss bei der Auslieferung so eingestellt sein, dass er spätestens nach 30 Minuten Inaktivität des Nutzers aktiviert wird. Die Computer müssen beim Übergang in den Ruhemodus oder Schein-Aus-Zustand die Geschwindigkeit aller aktiven 1 Gb/s-Ethernet-Netzverbindungen reduzieren.
- Das Gerät muss bei der Auslieferung so eingestellt sein, dass es spätestens nach 15 Minuten Inaktivität des Nutzers den Monitor ausschaltet.

Netzanforderungen an Wake-on-LAN (WoL)

- Ethernetfähige Computer müssen über die Möglichkeit verfügen, die WoL-Funktion für den Ruhemodus zu aktivieren und zu deaktivieren.
- Nur für im Firmenkundenvertrieb[8] ausgelieferte Computer:
  Ethernetfähige Computer müssen eine der folgenden Anforderungen erfüllen:
  - Die WoL-Funktion muss für den Ruhemodus aktiviert sein, wenn das System mit Wechselstrom betrieben wird (d. h. tragbare Computer können die WoL-Funktion automatisch deaktivieren, wenn sie vom Versorgungsnetz getrennt sind).
  - Bereitstellung einer Bedienfunktion zum Aktivieren der WoL-Funktion, die sowohl von der Benutzeroberfläche des Client-Betriebssystems als auch über das Netz hinreichend zugänglich ist, wenn der Computer mit deaktivierter WoL-Funktion ausgeliefert wird.

[8] Firmenkundenvertrieb: Vertriebswege, die in der Regel von großen und mittleren Unternehmen, staatlichen Stellen, Bildungseinrichtungen und anderen Organisationen genutzt werden, die Computer erwerben, welche in verwalteten Client/Server-Umgebungen eingesetzt werden.



<u>*Netzanforderungen an das Weck-Management*</u>[9]

- Nur für im Firmenkundenvertrieb ausgelieferte Computer:
  - Ethernetfähige Computer müssen sowohl (über das Netz) ferngesteuerte als auch planmäßige (z. B. per Echtzeituhr) Weck-Ereignisse aus dem Ruhemodus unterstützen.
  - Der Hersteller muss – sofern er die Kontrolle darüber hat (d. h. wenn die Konfiguration über Hardware-Einstellungen und nicht über Software-Einstellungen erfolgt) – gewährleisten, dass diese Einstellungen nach Kundenwunsch zentral verwaltet werden können; der Hersteller muss die entsprechenden Tools dafür zur Verfügung stellen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag. Die Einstellungen sind entsprechend den Anforderungen der ENERGY STAR Version 5.0 für Computer durchzuführen.

3.3 Interne Netzteile

Interne Netzteile müssen elektrische Wirkungsgrade (η) von

- $\eta \geq 82$ % bei 20% der Nennleistung,
- $\eta \geq 85$ % bei 50% der Nennleistung und
- $\eta \geq 82$ % bei 100% der Nennleistung

erreichen. Die Nennleistung ist dabei die auf das Typenschild aufgedruckte Ausgangsleitung (P_N) des Netzteils.

Der Leistungsfaktor (cos φ), der das Verhältnis von Wirk- zu Scheinleistung angibt, muss ≥ 0,9 bei Entnahme der vollen Nennleistung (100%) sein.

Das Prüfprotokoll muss nach dem Dokument *„Generalized Test Protocol for Calculating the Energy Efficiency of Internal Ac-Dc and Dc-Dc Power Supplies Vers. 6.5“* erstellt werden (Quelle: http://www.efficientpowersupplies.org/methods.asp)

---

9 Weck-Ereignis: Vom Benutzer ausgelöste, planmäßige oder externe Ereignisse oder Impulse, die bewirken, dass der Computer vom Ruhemodus oder Schein-Aus-Zustand in den Aktivzustand übergeht. Solche Weck-Ereignisse sind unter anderem Mausbewegungen, Tastatureingaben, Controllereingaben, Echtzeituhrereignisse oder die Bedienung einer Taste am Gehäuse und im Fall externer Ereignisse Impulse, die per Fernbedienung, Netz, Modem usw. übertragen werden.



Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Antrag und stellt die entsprechenden Prüfprotokolle (Anlage 3) zur Verfügung.

3.4 Langlebigkeit

3.4.1 Reparaturfähigkeit

Der Antragsteller verpflichtet sich dafür zu sorgen, dass für die Reparatur der Geräte die Ersatzteilversorgung für mindestens fünf Jahre ab Produktionseinstellung sichergestellt ist.

Unter Ersatzteilen sind solche Teile zu verstehen, die typischerweise im Rahmen der üblichen Nutzung eines Produktes ausfallen können. Andere, regelmäßig die Lebensdauer des Produktes überdauernde Teile dagegen sind nicht als Ersatzteile anzusehen. Insbesondere müssen Akkus bis fünf Jahre ab Produktionseinstellung erhältlich sein.

Die Produktunterlagen müssen Informationen über die genannten Anforderungen enthalten.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Antrag und legt die entsprechenden Seiten der Produktunterlagen in Anlage 4 vor.

3.4.2 Erweiterung der Leistungsfähigkeit

Tragbare Computer müssen folgende Erweiterungsmöglichkeiten bieten:

- Tauschbarkeit oder Erweiterbarkeit des Arbeitsspeichers gegenüber der Standardkonfiguration nach Energy Star 5.0.
- Vorhandensein von mindestens drei USB-Schnittstellen sowie Anschlussmöglichkeiten für einen externen Monitor.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag. Er erläutert die entsprechenden Möglichkeiten zur Erweiterung der Leistungsfähigkeit in der Verbraucherinformation und legt diese in Anlage 4 vor.



3.5 Recyclinggerechte Konstruktion

3.5.1 Baustruktur und Verbindungstechnik

Für tragbare Computer gilt:

- Umweltzeichengeräte müssen so konstruiert sein, dass sie für Recyclingzwecke leicht (manuell) zerlegbar sind, damit Gehäuseteile, Chassis, Batterien, Bildschirmeinheiten und Leiterplatten als Fraktionen von Materialien anderer funktioneller Einheiten getrennt und nach Möglichkeit werkstofflich verwertet werden können.
- Die mit dem Umweltzeichen ausgezeichneten Geräte müssen so gestaltet sein, dass im Fachbetrieb eine effiziente (manuelle) Zerlegung des Gehäuses, des Chassis, der Bildschirmeinheiten, der Batterien und der Leiterplatten unterstützt wird oder mit Universalwerkzeugen[10] vorgenommen werden kann.
- Die Demontage des Gehäuses, des Chassis, der Bildschirmeinheiten, der Batterien und der Leiterplatten kann von einer Person durchgeführt werden.
- Akkus müssen ohne Zuhilfenahme vom Werkzeug leicht entnehmbar sein.
- Elektrobaugruppen müssen leicht vom Gehäuse demontiert werden können.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen und legt eine Anleitung vor, in dem die fachgerechte Zerlegung des tragbaren Computers erklärt wird (Anlage 5). Dabei muss ein besonderer Fokus auf die fachgerechte Trennung von Gehäuseteilen, Chassis, Batterien, Bildschirmeinheiten und Leiterplatten gelegt werden. Die Anleitung kann entweder schriftlich, als Fotodokumentation, Zeichnung oder im Videoformat vorgelegt werden. Außerdem verpflichtet sich der Antragsteller in Anlage 1 zum Antrag, dass er den von ihm beauftragten Recyclingunternehmen im Bedarfsfall Unterlagen zur effektiven Zerlegung, den Baugruppen und den selektiv zu behandelnden Stoffen und Bauteilen zur Verfügung stellt.

3.5.2 Werkstoffwahl und Kennzeichnung

- Kunststoffteile mit einer Masse über 25 Gramm müssen aus einem Polymer oder einem recyclingkompatiblen Polymerblend bestehen. Es sind maximal vier Kunststoffsorten für diese Teile zugelassen. Die Kunststoffgehäuse dürfen

---

[10] Unter „Universalwerkzeuge" werden allgemein übliche, im Handel erhältliche Werkzeuge verstanden



insgesamt nur aus zwei voneinander trennbaren Polymeren oder Polymerblends bestehen.

- Kunststoffbauteile mit einer Masse über 25 g müssen entsprechend der ISO-Norm 11469 gekennzeichnet sein.
- Die metallische Beschichtung von Gehäuseteilen ist erlaubt, sofern sie technisch erforderlich ist. Galvanische Beschichtungen sind jedoch nicht zulässig.
- Das (Post-Consumer) Rezyklatmaterial ist in Gehäuseteilen und Chassis zugelassen und kann anteilig eingesetzt werden.
- 90% der Masse der Kunststoffe und der Metalle der Gehäuseteile und des Chassis müssen werkstofflich wieder verwertbar sein (nicht gemeint ist die Rückgewinnung der thermischen Energie durch Verbrennung).

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Antrag. Der Antragsteller nennt die verwendeten Kunststoffe für Teile mit einer Masse > 25 Gramm und legt eine Kunststoffliste gemäß Anlage 6 zum Antrag vor (siehe Vordruck). Außerdem verpflichtet sich der Antragsteller in Anlage 1 zum Antrag, die Masse der eingesetzten Rezyklatmaterialien in Gehäuseteilen und Chassis in Kilogramm und in Masse-Prozent an Gesamtmasse der Gehäuse-/Chassiskunststoffe anzugeben.

3.6 Materialanforderungen

3.6.1 Allgemeine Anforderungen an Kunststoffe

Die Kunststoffe dürfen keine Stoffe mit folgenden Eigenschaften enthalten:

a) Stoffe, die unter der Chemikalienverordnung REACH (1906/2006/EG) als besonders besorgniserregend identifiziert wurden und in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sogenannte „Kandidatenliste") aufgenommen wurden,[11]

b) Stoffe, die gemäß den Kriterien der EG-Verordnung 1272/2008[12] (oder der Richtlinie 67/548/EWG) mit den folgenden H-Sätzen (R-Sätzen) eingestuft sind oder die die Kriterien für eine solche Einstufung erfüllen:[13]

---

[11] Die Kandidatenliste in der jeweils aktuellen Fassung findet sich unter: http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp

[12] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der



Toxische Stoffe:

H300	(R28)	Lebensgefahr bei Verschlucken
H301	(R25)	Giftig bei Verschlucken
H304	(R65)	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein
H310	(R27)	Lebensgefahr bei Hautkontakt
H311	(R24)	Giftig bei Hautkontakt
H330	(R26)	Lebensgefahr bei Einatmen
H331	(R23)	Giftig bei Einatmen
H370	(R39/23/24/25/26/27/28)	Schädigt die Organe
H371	(R68/20/21/22)	Kann die Organe schädigen
H372	(R48/25/24/23)	Schädigt die Organe
H373	(R48/20/21/22)	Kann die Organe schädigen

Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, kurz: GHS-Verordnung.
Die GHS-Verordnung (Globally Harmonized System), die am 20.01.2009 in Kraft getreten ist, ersetzt die alten Richtlinien 67/548/EWG (Stoff-RL) und 1999/45/EG (Zubereitungs-RL). Danach erfolgt die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe bis zum 1. Dezember 2010 gemäß der RL 67/548/EWG und für Gemische (vormals Zubereitungen) bis zum 1. Juni 2015 gemäß der RL 1999/45/EG, nach diesen Daten muss jeweils die GHS-Verordnung angewendet werden. Bis zum 1. Juni 2015 sind für Stoffe sowohl die neuen Gefahrenhinweise (H-Sätze) als die vormals gültigen Risiko-Sätze (R-Sätze) anzugeben.

[13] Die harmonisierten Einstufungen und Kennzeichnungen gefährlicher Stoffe finden sich in Anhang VI, Teil 3 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (GHS-Verordnung). Tabelle 3.1 nennt die Einstufungen und Kennzeichnungen nach dem neuen System unter Verwendung von H-Sätzen, Tabelle 3.2 nennt die Einstufungen und Kennzeichnungen nach dem alten System unter Verwendung von R-Sätzen. Die GHS-Verordnung findet sich beispielsweise unter: http://www.reach-info.de/ghs_verordnung.htm.
Ab dem 1. Dezember 2010 soll zudem ein umfassendes Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis auf den Internetseiten der ECHA öffentlich zugänglich sein, das darüber hinaus alle Selbsteinstufungen von gefährlichen Stoffen durch die Hersteller enthält.



Krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe:

H340	(R46)	Kann genetische Defekte verursachen
H341	(R68)	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen
H350	(R45)	Kann Krebs erzeugen
H350i	(R49)	Kann bei Einatmen Krebs erzeugen
H351	(R40)	Kann vermutlich Krebs erzeugen
H360F	(R60)	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
H360D	(R61)	Kann das Kind im Mutterleib schädigen
H360FD	(R60/61)	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen
H360Fd	(R60/63)	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
H360Df	(R61/62)	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
H361f	(R62)	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
H361d	(R63)	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
H361fd	(62/63)	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
H362	(R64)	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen



Gewässergefährdende Stoffe:

H400	(R50)	Sehr giftig für Wasserorganismen
H410	(R50/53)	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung
H411	(R51/53)	Giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung

Sonstige Gesundheits- oder Umweltwirkungen:

EUH059	(R59)	Die Ozonschicht schädigend
EUH029	(R29)	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase
EUH031	(R31)	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase
EUH032	(R32)	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase
EUH070	(R39-41)	Giftig bei Berührung mit den Augen

Von den Regelungen a) und b) ausgenommen sind:

- Stoffe, als Verunreinigung oder Beimengung als einzelner Bestandteil unterhalb der Berücksichtigungsgrenzwerte entsprechend Artikel 11 der Verordnung 1272/2008 oder unterhalb der Konzentration für die Berücksichtigung im Sicherheitsdatenblatt. Falls nach Verordnung 1272/2008 stoffspezifische Grenzwerte festgelegt sind, sind diese zu berücksichtigen. Gültig ist der jeweils niedrigere Grenzwert.
- Homogene Kunststoffteile mit einer Masse unter 25 Gramm (für Kabel bezieht sich die Masseangabe 25 Gramm nur auf den Kabelkunststoff).

Von der Regelung b) ausgenommen sind:

- Monomere oder Additive, die bei der Kunststoffherstellung zu Polymeren reagieren oder chemisch fest (kovalent) in den Kunststoff eingebunden werden, wenn ihre Restkonzentrationen unterhalb der Einstufungsgrenzen für Gemische liegen.



Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag oder legt Erklärungen der Lieferanten vor (bspw. der Lieferanten der Gehäuse, Leiterplatten, Kabel oder Stecker), dass die ausgeschlossenen Substanzen nicht enthalten sind (Formblatt Anlage 7 zum Antrag). Das betrifft auch eingesetzte Rezyklatkunststoffe.

3.6.2 Zusätzliche Anforderungen an Kunststoffe der Gehäuse, Gehäuseteile und Chassis

Halogenhaltige Polymere sind nicht zulässig. Weiterhin sind halogenorganische Verbindungen als Additive nicht zulässig und dürfen den Kunststoffteilen nicht zugesetzt werden.

Von dieser Regelung ausgenommen sind:

- Fluororganische Additive (wie zum Beispiel Anti-Dripping-Reagenzien), die zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Kunststoffe eingesetzt werden, sofern sie einen Gehalt von 0,5 Masse-Prozent nicht überschreiten.
- Fluorierte Kunststoffe wie z.B. PTFE.
- Kunststoffteile mit einer Masse unter 25 Gramm.

Die in Kunststoffteilen mit einer Masse größer als 25 Gramm eingesetzten Flammschutzmittel sind zu nennen und durch die CAS-Nummern zu charakterisieren.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Antrag. Bezüglich der Flammschutzmittel veranlasst er eine schriftliche Erklärung der Kunststoffhersteller oder -lieferanten an die RAL gGmbH, dass die auszuschließenden Substanzen in Gehäusekunststoffen nicht zugesetzt sind (Formblatt Anlage 7 zum Antrag). Das betrifft auch eingesetzte Rezyklatkunststoffe. Zugleich verpflichtet er sich, die Hersteller oder Lieferanten der Gehäusekunststoffe zu veranlassen, die chemische Bezeichnung der eingesetzten Flammschutzmittel (CAS-Nr.) vertraulich an RAL gGmbH zu übermitteln (Formblatt Anlage 7 zum Antrag).

3.7 Einsatz von biozid wirkendem Silber

Der Einsatz von biozid wirkendem Silber auf berührbaren Oberflächen ist ausgeschlossen.



Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen in Anlage 1 zum Antrag.

3.8 Anforderungen an Displays

- Die Hintergrundbeleuchtung des Displays darf kein Quecksilber enthalten.
- Die Flüssigkristallmischungen dürfen nicht als krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend in Kategorie 1, 2 oder 3 oder als giftig oder sehr giftig nach Anhang VI der EG-Verordnung 1272/2008 eingestuft sein.

Nachweis

Der Antragsteller bestätigt in Anlage 1 zum Antrag, dass die Lampen der Hintergrundbeleuchtung nicht mehr als 0,1 mg Quecksilber oder Quecksilberverbindungen pro Lampe enthalten. Der Antragsteller legt eine schriftliche Erklärung des Herstellers der Flüssigkristallsubstanzen als Anlage 8 vor.

3.9 Geräuschemissionen

Die Bewertung der Geräuschemissionen beruht auf der Angabe der garantierten A-bewerteten Schalleistungspegel in Dezibel (dB) mit einer Nachkommastelle. Die A-bewerteten Schalleistungspegel $L_{WA(1...3)}$ werden auf der Grundlage der ISO/FDIS 7779:2010 gemessen und berechnet. Dabei ist sicher zu stellen, dass bei Konfigurationsvarianten baugleicher Geräte die jeweils lautesten Einzelkomponenten berücksichtigt werden. Die Messungen sind in folgenden Betriebszuständen vorzunehmen.

1) Das Gerät arbeitet im Leerlaufbetrieb. Die Messung des $L_{WA(1)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 im Betriebszustand gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.15.3.1. Die Messung kann entfallen, wenn keine Lüfter (z.B. CPU-Lüfter, Netzteillüfter, Systemlüfter) vorhanden sind.
2) Das Festplattenlaufwerk ist aktiviert. Die Messung des $L_{WA(2)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 im Betriebszustand gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.9.3.2. Die Messung kann entfallen, wenn kein mechanisches Festplattenlaufwerk vorhanden ist.
3) Ein optisches Laufwerk in typischer Konfiguration ist aktiviert. Die Messung des $L_{WA(3)}$ erfolgt entsprechend ISO/FDIS 7779:2010 im Betriebszustand gemäß ECMA-74:2008 Anhang C.19.3.2. Die Messung kann entfallen, wenn kein optisches Laufwerk vorhanden ist.

Damit der Schalleistungspegel als garantiert gelten kann, sind entsprechend ISO 9296:1988 mindestens drei Geräte in jedem Betriebszustand zu prüfen. Die garantierten Schallleistungspegel $L_{WAd(1...3)}$ werden in Anlehnung an ISO 9296:1988 ermittelt und in Dezibel (dB) mit einer Nachkommastelle angegeben.

Sofern die Geräuschmessungen nur an einem Gerät vorgenommen werden können, darf ersatzweise zur Ermittlung des garantierten A-bewerteten Schalleistungspegels L_{WAd} folgende Formel in Anlehnung an ISO 9296:1988 benutzt werden:

$$L_{WAd} = L_{WAE} + 3\ \text{dB}$$

(L_{WAE} = ermittelter Schallleistungspegel der Einzelmessung in dB)

Die Messbedingungen und Prüfergebnisse sind in das Formblatt (Anlage 9 zum Antrag) einzutragen.

Die dort ausgewiesenen Werte für den garantierten A-bewerteten Schallleistungspegel $L_{WAd(1...3)}$ dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

Betriebszustand		
(1) Leerlaufbetrieb	$L_{WAd(1)}$	**35,0 dB**
(2) aktiviertes Festplattenlaufwerk	$L_{WAd(2)}$	**40,0 dB**
(3) aktiviertes optisches Laufwerk	$L_{WAd(3)}$	**48,0 dB**

Die ermittelten Werte sind in den Nutzerunterlagen gemäß Abschnitt 3.10 zu dokumentieren.

Nachweis

Der Antragsteller weist die Einhaltung der Anforderungen nach, indem er das ausgefüllte Formblatt Anlage 9 zum Antrag vorlegt. Dieses Formblatt ist vom Prüfinstitut auf der Basis des Prüfprotokolls auszufüllen und zu bestätigen. Das Prüfinstitut muss nach DIN EN ISO/IEC 17025 und für die geforderten akustischen Prüfungen nach ISO/FDIS 7779 akkreditiert sein. Es fügt bei erstmaliger Prüfung für die Beantragung des Blauen Engels die Akkreditierungsnachweise in Kopie bei.

3.10 Verbraucherinformation

Die zu den Geräten mitgelieferte Dokumentation muss neben den technischen Beschreibungen auch die umwelt- und gesundheitsrelevanten Nutzerinformationen enthalten. Diese muss auf dem Arbeitsplatzcomputer installiert sein, als CD-ROM oder



in gedruckter Form dem Gerät beigelegt werden. Folgende wesentliche Nutzerinformationen müssen im Internet abrufbar sein:

1) Energieverbrauch in Kilowattstunden (kWh) bzw. TEC gemäß 3.1 sowie die Höhe der Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen. Außerdem müssen Hinweise gegeben werden, wie die Geräte in energiesparende Betriebszustände versetzt werden können.
2) Hinweis darauf, dass eine Reduzierung des Energieverbrauchs mit einer Verringerung der Betriebskosten einhergeht und dass, der Energieverbrauch bei vollständiger Trennung des Geräts von der Netzsteckdose auf Null reduziert werden kann.
3) Hinweis darauf, dass das Gerät auch im Schein-Aus-Zustand Strom verbraucht.
4) Regelmäßige Defragmentierung der Festplatte reduziert den Energieverbrauch und erhöht die Lebensdauer des Geräts (gilt nicht für Festkörperlaufwerke).
5) Bildschirmschoner verhindern das automatische Umschalten auf Energiesparzustände und sollten deswegen nicht aktiviert werden.
6) Eine Reduzierung der Bildschirmhelligkeit reduziert den Energieverbrauch.
7) Reparaturfähigkeit gemäß 3.4.1.
8) Möglichkeiten zur Erweiterung der Leistungsfähigkeit gemäß 3.4.2.
9) Schallleistungspegel in allen Betriebszuständen gemäß 3.9.
10) Hinweis auf umweltgerechte Entsorgung nach Ende der Nutzungsphase gemäß Elektrogesetz.
11) Hinweis darauf, dass die Batterien nicht als normaler Haushaltsabfall zu behandeln und an Sammelstellen abzugeben sind.
12) Information, dass das Gerät mit dem Umweltzeichen Blauer Engel gekennzeichnet wurde, einschließlich einer Zusammenfassung der Vergabekriterien des Umweltzeichens auf einer gesonderten Seite und einem Link zu der Webseite www.blauer-engel.de.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Antrag und legt die Produktunterlagen in Anlage 4 vor.



4 Zeichennehmer und Beteiligte

4.1 Zeichennehmer sind Hersteller oder Vertreiber von Produkten gemäß Abschnitt 2.

4.2 Beteiligte am Vergabeverfahren:

- RAL gGmbH für die Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel,
- das Bundesland, in dem sich die Produktionsstätte des Antragstellers befindet,
- das Umweltbundesamt, das nach Vertragsschluss alle Daten und Unterlagen erhält, die zur Beantragung des Blauen Engel vorgelegt wurden, um die Weiterentwicklung der Vergabegrundlagen fortführen zu können.

5 Zeichenbenutzung

5.1 Die Benutzung des Umweltzeichens durch den Zeichennehmer erfolgt aufgrund eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages.

5.2 Im Rahmen dieses Vertrages übernimmt der Zeichennehmer die Verpflichtung, die Anforderungen gemäß Abschnitt 3 für die Dauer der Benutzung des Umweltzeichens einzuhalten.

5.3 Für die Kennzeichnung von Produkten gemäß Abschnitt 2 werden Zeichenbenutzungsverträge abgeschlossen. Die Geltungsdauer dieser Verträge läuft bis zum 31.12.2012. Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum ## ## #### bzw. ## ## des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird.

Eine Weiterverwendung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.

5.4 Der Zeichennehmer (Hersteller) kann die Erweiterung des Benutzungsrechtes für das Kennzeichnungsberechtigte Produkt bei der RAL gGmbH beantragen, wenn es unter einem anderen Marken-/Handelsnamen und/oder anderen Vertriebsorganisationen in den Verkehr gebracht werden soll.

5.5 In dem Zeichenbenutzungsvertrag ist festzulegen:

5.5.1 Zeichennehmer (Hersteller/Vertreiber)

5.5.2 Marken-/Handelsname, Produktbezeichnung

5.5.3 Inverkehrbringer (Zeichenanwender), d.h. die Vertriebsorganisation gemäß Abschnitt 5.4



6 Anhang: Beispiel zur Bestimmung des zulässigen Energieverbrauchs

Beispiel: Ein tragbarer Computer mit einem 2 GB Arbeitsspeicher und einem diskreten Grafikprozessor (GPU) über 64-bit Framebufferbreite.

(1) Klassifizierung: Das Gerät entspricht der Kategorie B (Abschnitt: 3.1). In diesem Fall darf der tragbarer Computer einen TEC-Wert von 39,75 kWh nicht überschreiten.

(2) Leistungsaufnahme gemessen entsprechend den Anforderungen der ENERGY STAR Version 5.0 for Computer: 13 W im Idle-Modus, 1,34 W im Ruhemodus und 0,78 W im Schein-Aus-Zustand.

(3) Der Energieverbrauch wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$E_{TEC} = (8760/1000) * (P_{Schein\text{-}Aus} * T_{Schein\text{-}Aus} + P_{Ruhe} * T_{Ruhe} + P_{idle} * T_{idle}),$$

wobei alle Px-Werte in Watt und alle Tx-Werte in % der Nutzung pro Jahr gemäß Tabelle 1 angegeben. TEC E_{TEC} wird in kWh angegeben und zeigt den durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauch bezogen auf die prozentuale Nutzungsdauer pro Modus.

→ $E_{TEC} = (8760/1000) * (P_{Aus} * 0{,}60 + P_{Ruhe} * 0{,}10 + P_{idle} * 0{,}30)$

→ $E_{TEC} = (8760/1000) * (0{,}78 * 0{,}60 + 1{,}34 * 0{,}10 + 13 * 0{,}30)$

$= 39{,}44$ kWh

(4) 39,44 kWh < 39,75 kWh → Der tragbare Computer erfüllt die TEC-Anforderung.

VERTRAG

Nr.

über die Vergabe des Umweltzeichens

RAL gGmbH als Zeichengeber und die Firma

(Inverkehrbringer)

M U S T E R

als Zeichennehmer – nachfolgend kurz ZN genannt – schließen folgenden Zeichenbenutzungsvertrag:

1. Der ZN erhält das Recht, unter folgenden Bedingungen das dem Vertrag zugrunde liegende Umweltzeichen zur Kennzeichnung des Produkts/der Produktgruppe/Aktion **"Tragebare Computer"** für

   "(Marken-/Handelsname)"

   zu benutzen. Dieses Recht erstreckt sich nicht darauf, das Umweltzeichen als Bestandteil einer Marke zu benutzen. Das Umweltzeichen darf nur in der abgebildeten Form und Farbe mit der unteren Umschrift "Jury Umweltzeichen" benutzt werden, soweit nichts anderes vereinbart wird. Die Abbildung der gesamten inneren Umschrift des Umweltzeichens muss immer in gleicher Größe, Buchstabenart und -dicke sowie -farbe erfolgen und leicht lesbar sein.
2. Das Umweltzeichen gemäß Abschnitt 1 darf nur für o. g. Produkt/Produktgruppe/Aktion benutzt werden.
3. Für die Benutzung des Umweltzeichens in der Werbung oder sonstigen Maßnahmen des ZN hat dieser sicherzustellen, dass das Umweltzeichen nur in Verbindung zu o.g. Produkt/Produktgruppe/Aktion gebracht wird, für die die Benutzung des Umweltzeichens mit diesem Vertrag geregelt wird. Für die Art der Benutzung des Zeichens, insbesondere im Rahmen der Werbung, ist der Zeichennehmer allein verantwortlich.
4. Das/die zu kennzeichnende Produkt/Produktgruppe/Aktion muss während der Dauer der Zeichenbenutzung allen in der "Vergabegrundlage für Umweltzeichen RAL-UZ ###" in der jeweils gültigen Fassung enthaltenen Anforderungen und Zeichenbenutzungsbedingungen entsprechen. Dies gilt auch für die Wiedergabe des Umweltzeichens (einschließlich Umschrift). Schadensersatzansprüche gegen die RAL gGmbH, insbesondere aufgrund von Beanstandungen der Zeichenbenutzung oder der sie begleitenden Werbung des ZN durch Dritte, sind ausgeschlossen.
5. Sind in der "Vergabegrundlage für Umweltzeichen" Kontrollen durch Dritte vorgesehen, so übernimmt der ZN die dafür entstehenden Kosten.
6. Wird vom ZN selbst oder durch Dritte festgestellt, dass der ZN die unter Abschnitt 2 bis 5 enthaltenen Bedingungen nicht erfüllt, verpflichtet er sich, dies der RAL gGmbH anzuzeigen und das Umweltzeichen solange nicht zu benutzen, bis die Voraussetzungen wieder erfüllt sind. Gelingt es dem ZN nicht, den die Zeichenbenutzung voraussetzenden Zustand unverzüglich wiederherzustellen oder hat er in schwerwiegender Weise gegen diesen Vertrag verstoßen, so entzieht die RAL gGmbH gegebenenfalls dem ZN das Umweltzeichen und untersagt ihm die weitere Benutzung. Schadensersatzansprüche gegen die RAL gGmbH wegen der Entziehung des Umweltzeichens sind ausgeschlossen.
7. Der Zeichenbenutzungsvertrag kann aus wichtigen Gründen gekündigt werden.
   Als solche gelten z. Beispiel:
   - nicht gezahlte Entgelte
   - nachgewiesene Gefahr für Leib und Leben.

   Eine weitere Benutzung des Umweltzeichens ist in diesem Fall verboten. Schadenersatzansprüche gegen die RAL gGmbH sind ausgeschlossen (vgl. Ziffer 6 Satz 3).
8. Der ZN verpflichtet sich, für die Benutzungsdauer des Umweltzeichens der RAL gGmbH ein Entgelt gemäß "Entgeltordnung für das Umweltzeichen" in ihrer jeweils gültigen Ausgabe zu entrichten.
9. Die Geltungsdauer dieses Vertrages läuft gemäß "Vergabegrundlage für Umweltzeichen RAL-UZ ###" bis zum 31.12.**2012**. Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum 31.03.**2012** bzw. bis zum 31.03. des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird. Eine Benutzung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.
10. Mit dem Umweltzeichen gekennzeichnete Produkte/Aktionen und die Werbung dafür dürfen nur bei Nennung der Firma des

    (ZN/Inverkehrbringers)

    an den Verbraucher gelangen.

Sankt Augustin, den

Ort, Datum

RAL gGmbH
Geschäftsleitung

(rechtsverbindliche Unterschrift
und Firmenstempel)